

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL

Adão Marcos França

**DIAGNÓSTICO DOS ACIDENTES DE TRÂNSITO NAS RODOVIAS ESTADUAIS
DE SANTA CATARINA UTILIZANDO UM SISTEMA DE INFORMAÇÃO
GEOGRÁFICA**

Florianópolis

2008

Adão Marcos França

**DIAGNÓSTICO DOS ACIDENTES DE TRÂNSITO NAS RODOVIAS ESTADUAIS
DE SANTA CATARINA UTILIZANDO UM SISTEMA DE INFORMAÇÃO
GEOGRÁFICA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal de Santa Catarina, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Engenharia Civil

Área de concentração: Infra-Estrutura e Gerência Viária

Orientadora: Professora Lenise Grando Goldner, Dra.

Florianópolis

2008

**DIAGNÓSTICO DOS ACIDENTES DE TRÂNSITO NAS RODOVIAS ESTADUAIS
DE SANTA CATARINA UTILIZANDO UM SISTEMA DE INFORMAÇÃO
GEOGRÁFICA**

Adão Marcos França

Dissertação julgada adequada para obtenção do
Título de MESTRE em Engenharia Civil e
aprovada em sua forma final pelo Programa de
Pós-Graduação em Engenharia Civil – PPGEC,
da Universidade Federal de Santa Catarina-
UFSC.

Prof. Dr. GLICÉRIO TRICHÊS – COORDENADOR DO PPGEC/UFSC

Prof^a. Dra. LENISE GRANDO GOLDNER – ORIENTADORA – PPGEC/UFSC

COMISSÃO EXAMINADORA:

Prof^a. Dra. LENISE GRANDO GOLDNER - Moderadora – PPGEC /UFSC

Prof. Dr. ANTONIO FORTUNATO MARCON – PPGEC /UFSC

Prof^a. Dra. LIA CAETANO BASTOS – PPGEC/UFSC

Prof Dr. JOÃO FORTINI ALBANO – PPGEPI - UFRGS

À minha esposa Edir,
A quem muito amo e que viveu cada instante desta jornada

Às minhas filhas Maria Elisa e Vitória,
Obrigado por vocês existirem e tornarem nossas vidas mais alegres

Aos meus pais Elisa e Horacides (in memoriam),
Pelo dom da vida e pelos princípios transmitidos

Aos meus irmãos, Cláudio e Anita
Pelo carinho e apoio ao longo da minha vida

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Santa Catarina que novamente me acolheu e forneceu condições para aquisição de mais conhecimento nesta jornada terrena.

À Professora Lenise Grando Goldner, pela dedicação, carinho e paciência com que me orientou na elaboração deste trabalho.

Aos mestres Antônio Fortunato Marcon, Ismael Ulisséa Neto, Lia Caetano Bastos, Jucilei Cordini, Werner Kraus Júnior e Eduardo Lobo que tornaram possível vencer mais esse desafio na vida.

Ao Professor João Fortini Albano por aceitar participar da Comissão Examinadora e auxiliar na complementação deste trabalho.

Aos funcionários da secretaria do Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil e aos funcionários da Biblioteca Central da Universidade Federal de Santa Catarina pelo apoio prestado.

Ao Engenheiro Romualdo Theophanes de França Júnior pelo apoio prestado através do Departamento Estadual de Infra-Estrutura.

Aos Diretores do DEINFRA Saliba Nader Neto e José Acelmo Gaio pelo apoio prestado em todos os momentos.

À Polícia Militar Rodoviária Estadual pelo trabalho de registro de dados aqui utilizados e pelas informações complementares.

Ao Engenheiro Giovanni Dalla Costa pela ajuda direta prestada na elaboração deste trabalho e que com a sua dedicação facilitou o desenvolvimento de muitas tarefas.

Ao amigo Edelino Meurer Filho que há dez anos já me incentivava a iniciar este trabalho e que muito ajudou com suas idéias e experiências.

Ao amigo Deusdedit José dos Santos por incentivar o início desta jornada e possibilitar o acesso a todos os dados necessários para a elaboração desta pesquisa.

Ao amigo Reginaldo Porath pelo incentivo permanente no desenvolvimento desta pesquisa, pelas sugestões e pelo exemplo de vida e dedicação a qualquer trabalho que desenvolve.

Ao amigo José Luiz Schmitt pela dedicação nos trabalhos em conjunto, pelo companheirismo e pelo incentivo.

Aos amigos Carlos Augusto Gomes Filho, José Carlos Machado, Osny Berretta Filho e Dálcio Pickler Baesso pelo espírito de cooperação.

Ao amigo Everaldo Valenga Alves pela troca de experiências e pelo exemplo de dedicação às tarefas desempenhadas.

À amiga Maria Izabel Beims pela ajuda na finalização do trabalho e pela dedicação às tarefas que juntos executamos.

Ao companheiro de trabalho no DEINFRA André de Souza pela ajuda prestada em vários momentos na elaboração deste trabalho.

Aos amigos Itamar Flâmia e César Leal (in memoriam) pela ajuda no início deste trabalho, naqueles momentos que foram difíceis.

À Engenheira Maria Waleska da Silveira Pinho e aos demais funcionários da Gerência de Tecnologia de Informação do DEINFRA pelo apoio fornecido.

À amiga Ana Izabel Jatobá de Souza pelo incentivo e vibrações positivas enviadas de forma permanente e que ajudaram a tornar as tarefas finais menos árduas.

À amiga Lilian Diesel: não existem palavras que possam expressar a minha gratidão pela sua ajuda.

RESUMO

Anualmente mais de 1 milhão de pessoas em todo o mundo perdem a vida em acidentes de trânsito. A situação é tão grave que em muitos países se assemelha a uma guerra civil. O Brasil já aparece entre os países com maior número de acidentes de trânsito. O Estado de Santa Catarina registra uma parcela considerável de ocorrências em rodovias. A falta de planos específicos e investimentos permanentes voltados à segurança viária dificultam a reversão desse quadro que cada vez fica mais caótico. Dentro desse contexto é necessário que se tenha um diagnóstico adequado do que está ocorrendo e onde está ocorrendo. Esta pesquisa tem por objetivo o diagnóstico dos acidentes de trânsito ocorridos em rodovias estaduais patrulhadas pela Polícia Militar Rodoviária do Estado de Santa Catarina, com o auxílio de um Sistema de Informação Geográfica (SIG) para que se possa planejar ações e medidas para o tratamento adequado da segurança rodoviária. Para a elaboração da pesquisa foram utilizados dados de acidentes de trânsito abrangendo o período de 2002 a 2005, coletados no Sistema de Acidentes de Trânsito (ACT) do Departamento Estadual de Infra-Estrutura (DEINFRA) do Estado de Santa Catarina. As etapas do trabalho consistiram de: organização, verificação da consistência e correção dos dados; inserção dos eventos de acidentes de trânsito no mapa rodoviário georreferenciado; segmentação da malha rodoviária em extensões máximas de 1 quilômetro; elaboração de relatórios estatísticos de acidentes de trânsito; elaboração de mapas temáticos apresentando os segmentos rodoviários classificados por: (i) quantidade total de acidentes; (ii) quantidade de acidentes por tipo de acidente; (iii) quantidade de acidentes com morte. A pesquisa identifica segmentos críticos no sistema de rodovias estaduais no Estado de Santa Catarina. As informações obtidas possibilitam aos gestores da infra-estrutura viária identificar os trechos problemáticos e priorizá-los de tal modo que atuem com ações bem definidas para a solução do grave problema de segurança rodoviária no Estado.

PALAVRAS-CHAVE: Sistema de informação geográfica; acidentes de trânsito; segurança rodoviária; rodovias

ABSTRACT

Every year over 1 million people die in traffic accidents. This situation is extremely serious and in some countries it resembles a civil war. Brazil is currently one of the countries with the largest number of traffic accidents, and a considerable amount of highway accidents take place in Santa Catarina State. The absence of specific planning and permanent investments addressing road safety makes it difficult to change this increasingly chaotic scenario. Thus, it is necessary to understand what is happening and where it is happening. This study aims to identify the causes of traffic accidents that occurred in state roads managed by the Santa Catarina State Road Patrol. This will be done by using the Geographic Information System (GIS) which allows planning actions and measures to promote road safety. The research relied on traffic accident data from 2002-2005, which were collected from the Traffic Accident System (ACT) of Santa Catarina State Infrastructure Department (DEINFRA). The study included the following stages: collecting, organizing and verifying data consistency and correction; inserting events of traffic accidents in the georeferenced road map; segmenting the road network in one-kilometer chunks; creating statistical reports of traffic accidents; designing thematic maps to present the road segments according to (i) total amount of accidents; (ii) amount of accidents per type; and (iii) amount of accidents resulting in death. The study identifies critical segments in the state Road network in Santa Catarina. This information can help road infrastructure managers trace the problematic areas and give them priority, so that well-defined actions can be put into practice in order to solve road security problems in the state.

Keywords: Geographic information system; traffic accidents; road security; roads

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Distribuição mundial de mortes causadas por ferimentos	2
Figura 2 - Comparativo de vítimas fatais por 100.000 habitantes.....	4
Figura 3 - Mapa do Brasil destacando o Estado de Santa Catarina.....	6
Figura 4 - Decomposição dos custos de acidentes de trânsito	13
Figura 5 - Constituição básica do sistema rodoviário.....	18
Figura 6 - Rodovias longitudinais de Santa Catarina	20
Figura 7 - Rodovias transversais de Santa Catarina	21
Figura 8 - Rodovias diagonais de Santa Catarina.....	21
Figura 9 - Rodovias de ligação de Santa Catarina.....	22
Figura 10 - Estrutura geral de um Sistema de Informação Geográfica	25
Figura 11 - Elementos de rede.....	26
Figura 12 - Fluxograma das atividades desenvolvidas	30
Figura 13 - Tela de cadastro de dados básicos do sistema ACT do DEINFRA.....	31
Figura 14 - Tela de cadastro do tipo de acidente de trânsito do sistema ACT do DEINFRA ..	32
Figura 15 - Tela de consulta do Sistema ACT do DEINFRA.....	33
Figura 16 - Percentuais de acidentes de trânsito entre os anos de 2002 e 2005.....	44
Figura 17 - Evolução da quantidade de acidentes de trânsito entre os anos de 2002 e 2005...	45
Figura 18 - Quantidade de acidentes de trânsito por 10.000 veículos ocorridos entre os anos de 2002 e 2005	46
Figura 19 - Evolução da quantidade de acidentes de trânsito segundo a situação das pessoas envolvidas entre os anos de 2002 e 2005	46
Figura 20 - Evolução da quantidade de acidentes de trânsito com morte entre os anos de 2002 e 2005.....	47
Figura 21 - Percentuais de acidentes de trânsito entre os anos de 2002 e 2005 segundo a condição climática.....	48
Figura 22 - Percentuais de acidentes de trânsito entre os anos de 2002 e 2005 segundo o tipo de acidente.....	49
Figura 23 - Percentuais de pessoas envolvidas em acidentes de trânsito entre os anos de 2002 e 2005.....	49
Figura 24 - Quantidade de mortes em acidentes de trânsito entre os anos de 2002 e 2005.....	50
Figura 25 - Quantidade de vítimas de acidentes de trânsito entre os anos de 2002 e 2005 segundo a faixa etária	51
Figura 26 - Quantidade de vítimas fatais de acidentes de trânsito entre os anos de 2002 e 2005 segundo a faixa etária.....	52
Figura 27 - Percentuais de vítimas de acidentes de trânsito entre os anos de 2002 e 2005 segundo o tipo da vítima	52
Figura 28 - Percentuais de vítimas fatais de acidentes de trânsito entre os anos de 2002 e 2005 segundo o tipo da vítima	53
Figura 29 - Percentuais de vítimas de atropelamento de pedestres entre os anos de 2002 e 2005	53
Figura 30 - Quantidade de pedestres mortos em atropelamentos entre os anos de 2002 e 2005	54
Figura 31 - Quantidade de acidentes de trânsito por segmento entre os anos de 2002 e 2005	57
Figura 32 - Imagem de satélite da rodovia SC-444, trecho Criciúma – Praia do Rincão.....	59
Figura 33 - Imagem de satélite da rodovia SC-444 entre o km 11,0 e km 12,0.....	60
Figura 34 - Imagem de satélite da rodovia SC-474 entre o km 59,0 e km 66,4.....	61
Figura 35 - Imagem de satélite da rodovia SC-474 entre o km 65,0 e km 66,0.....	62

Figura 36 - Quantidade de acidentes por segmento entre os anos de 2002 e 2005 na Ilha de Santa Catarina	63
Figura 37 - Imagem de satélite da rodovia SC-401, entre o km 16,0 e km 19,9.....	65
Figura 38 - Imagem de satélite da rodovia SC-401, entre o km 19,0 e km 19,9.....	66
Figura 39 - Elevado no cruzamento entre as rodovias SC-401 e SC-404, com vista da rodovia SC-401, sentido Canasvieiras – Centro	67
Figura 40 - Imagem de satélite de trecho da rodovia SC-403 entre o km 0,0 e km 6,7	68
Figura 41 - Imagem de satélite da rodovia SC-403 entre o km 1,0 e km 2,0	69
Figura 42 - Imagem de satélite da rodovia SC-404 entre o km 0,0 e km 6,4	70
Figura 43 - Imagem de satélite da rodovia SC-404 entre o km 1,0 e km 2,0	72
Figura 44 - Imagem de satélite da rodovia SC-405 entre o km 0,0 e km 8,1	73
Figura 45 - Imagem de satélite da rodovia SC-405 entre o km 0,0 e km 1,0	74
Figura 46 - Quantidade de atropelamentos de pedestres por segmento entre os anos de 2002 e 2005.....	76
Figura 47 - Imagem de satélite da rodovia SC-301 entre o km 43,6 e km 51,1.....	77
Figura 48 - Imagem de satélite da rodovia SC-301 entre o km 46,0 e km 47,0.....	78
Figura 49 - Imagem de satélite da rodovia SC-444 entre o km 7,0 e km 21,2.....	79
Figura 50 - Imagem de satélite da rodovia SC-444 entre o km 11,0 e km 12,0.....	80
Figura 51 - Quantidade de atropelamentos de pedestres por segmento entre os anos de 2002 e 2005 na Ilha de Santa Catarina.....	81
Figura 52 - Imagem de satélite da rodovia SC-405 entre o km 0,0 e km 8,1	82
Figura 53 - Imagem de satélite da rodovia SC-405 entre o km 0,0 e km 1,0	84
Figura 54 - Quantidade de abalroamentos por segmento entre os anos de 2002 e 2005.....	86
Figura 55 - Imagem de satélite da rodovia SC-413 entre o km 0,0 e km 5,97.....	87
Figura 56 - Imagem de satélite do segmento da rodovia SC-413 entre o km 3,0 e km 4,0.....	88
Figura 57 - Imagem de satélite da rodovia SC-474 entre o km 60,0 e km 66,4.....	89
Figura 58 - Imagem de satélite da rodovia SC-474 entre o km 60,0 e km 61,0.....	90
Figura 59 - Quantidade de abalroamentos por segmento entre os anos de 2002 e 2005 na Ilha de Santa Catarina.....	91
Figura 60 - Imagem de satélite da rodovia SC-404 entre o km 0,0 e km 6,4	92
Figura 61 - Imagem de satélite da rodovia SC-404 entre o km 5,0 e km 6,0	93
Figura 62 - Imagem de satélite da rodovia SC-405 entre o km 0,0 e km 8,1	94
Figura 63 - Imagem de satélite da rodovia SC-405 entre o km 3,0 e km 4,0	95
Figura 64 - Imagem de satélite da rodovia SC-403 entre o km 0,0 e km 6,7	96
Figura 65 - Imagem de satélite da rodovia SC-403 entre o km 1,0 e km 2,0	97
Figura 66 - Quantidade de colisões por segmento entre os anos de 2002 e 2005.....	99
Figura 67 - Quantidade de colisões por segmento entre os anos de 2002 e 2005 na Ilha de Santa Catarina	100
Figura 68 - Imagem de satélite da rodovia SC-401 entre o km 3,0 e km 4,0	101
Figura 69 - Imagem de satélite da rodovia SC-404 entre o km 0,0 e km 6,4	103
Figura 70 - Imagem de satélite da rodovia SC-405 entre o km 0,0 e km 8,1	104
Figura 71 - Quantidade de choques por segmento entre os anos de 2002 e 2005.....	106
Figura 72 - Quantidade de choques por segmento entre os anos de 2002 e 2005 na Ilha de Santa Catarina	107
Figura 73 - Quantidade de saídas de pista por segmento entre os anos de 2002 e 2005.....	110
Figura 74 - Imagem de satélite da rodovia SC-301 entre o km 91,0 e km 92,0.....	111
Figura 75 - Imagem de satélite da rodovia SC-438 entre o km 150,0 e km 151,0.....	113
Figura 76 - Imagem de satélite da rodovia SCT-480 entre o km 71,0 e km 72,0	114
Figura 77 - Quantidade de saídas de pista por segmento entre os anos de 2002 e 2005 na Ilha de Santa Catarina.....	115

Figura 78 - Imagem de satélite da rodovia SC-401 entre o km 2,0 e km 3,0	116
Figura 79 - Imagem de satélite da rodovia SC-404, entre o km 5,0 e km 6,0.....	117
Figura 80 - Quantidade de acidentes com morte por segmento entre os anos de 2002 e 2005	119
Figura 81 - Imagem de satélite da rodovia SC-438 entre o km 185,0 e km 186,0.....	120
Figura 82 - Quantidade de acidentes com morte por segmento entre os anos de 2002 e 2005 na Ilha de Santa Catarina.....	121
Figura 83 - Imagem de satélite da rodovia SC-401 entre o km 5,0 e km 6,0	122
Figura 84 - Imagem de satélite da rodovia SC-401 entre o km 15,0 e km 16,0.....	123
Figura 85 - Imagem de satélite da rodovia SC-403 entre o km 3,0 e km 4,0	124
Figura 86 - Sentido da quilometragem de referenciamento	136
Figura 87 - Esquema da sobreposição de traçado de rodovias.....	136
Figura 88 - Execução do referenciamento de rodovias em travessias urbanas	137
Figura 89 - Referenciamento de rodovias na existência da interrupção de traçado	137
Figura 90 - Desenho esquemático mostrando o nó de início da rodovia.....	137
Figura 91 - Modo de construção do <i>layer</i> de pontos	141
Figura 92 - Esquema de modelo de referenciamento linear do ArcGIS.....	143
Figura 93 - Esquema da geração de conjunto de atributos	144
Figura 94 - Exemplo de geração de eventos pontuais	144
Figura 95 - Exemplo de geração de eventos lineares	145
Figura 96 - Exemplo de <i>feature</i> do tipo <i>poliline</i> com referenciamento linear	146
Figura 97 - Geração de <i>route events</i> no ArcMap	147
Figura 98 - Identificação dos principais pontos de passagem nas rodovias.....	148
Figura 99 - Geração do referenciamento linear do arquivo vetorial de rodovias.....	149

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Extensão das malhas rodoviárias federal e estadual de Santa Catarina	7
Tabela 2 - Extensão de malha rodoviária estadual patrulhada entre os anos de 2002 e 2005 ...	7
Tabela 3 - Custos totais dos acidentes de trânsito nas rodovias brasileiras	14
Tabela 4 - Segmentação da rodovia SC-401, trecho Canasvieiras–Entroncamento SC-404....	42
Tabela 5 - Segmentação da rodovia SC-301, trecho Entroncamento BR-280 – Joinville.....	43
Tabela 6 - Relação de segmentos rodoviários onde foram registradas as maiores quantidades de acidentes de trânsito	56
Tabela 7 - Relação de segmentos rodoviários onde foram registradas as maiores quantidades de atropelamento de pedestres.....	75
Tabela 8 - Relação de segmentos rodoviários onde foram registradas as maiores quantidades de abalroamentos	85
Tabela 9 - Relação de segmentos rodoviários onde foram registradas as maiores quantidades de colisões	98
Tabela 10 - Relação de segmentos rodoviários onde foram registradas as maiores quantidades de choques.....	105
Tabela 11 - Relação de segmentos rodoviários onde foram registradas as maiores quantidades de saídas de pista	108
Tabela 12 - Relação de segmentos rodoviários onde foram registradas as maiores quantidades de acidentes com morte.....	118
Tabela 13 - Exemplo de relação de pontos notáveis de rodovia georreferenciada	140

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Classificação dos acidentes de trânsito segundo Gold (1998).....	10
Quadro 2 - Classificação dos acidentes de trânsito segundo ABNT (1989).....	11
Quadro 3 - Tipo de dados inseridos no sistema ACT.....	31
Quadro 4 - Conteúdos dos campos dos registros de acidentes de trânsito.....	35
Quadro 5 - Conteúdo dos campos dos registros de vítimas	38
Quadro 6 - Conteúdo dos campos dos registros de veículos.....	39

LISTA DE ABREVIATURAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ACT	Sistema de Estatísticas de Acidentes de Trânsito
ANTP	Associação Nacional de Transportes Públicos
BOAT	Boletim de Ocorrência do Acidente de Trânsito
BR	Símbolo integrante da nomenclatura das rodovias federais
CAD	Computer Aided Designer
CARE	Community Database on Accidents on the Roads in Europe
DEINFRA	Departamento Estadual de Infra-Estrutura
DENATRAN	Departamento Nacional de Trânsito
DETRAN/SC	Departamento Estadual de Trânsito de Santa Catarina
DER	Departamento de Estradas de Rodagem
DNER	Departamento Nacional de Estradas de Rodagem
DNIT	Departamento Nacional de Infra-Estrutura de Transportes
DEOH	Departamento Autônomo de Edificações e Obras Hidráulicas
FHWA	Federal Highway Administration
GDT	Sistema de Gestão de Dados de Tráfego
GETIN	Gerência de Tecnologia de Informação
GPS	Geographic Positioning System
GRSP	Global Road Safety Partnership
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
INPE	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
IPEA	Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada
IPHAN	Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional
IRTAD	International Road Traffic and Accident Database
Km	Quilômetro
Km/h	Quilômetro por hora
m	Metros
NCGIA	National Center for Geographic Information & Analysis
PMRv	Polícia Militar Rodoviária
PNV	Plano Nacional de Viação
PRE	Plano Rodoviário Estadual
RMR	Referenciamento da Malha Rodoviária
RENAVAM	Registro Nacional de Veículos Automotores
SC	Símbolo integrante da nomenclatura das rodovias estaduais
SCR	Sistema de Cadastro Rodoviário
SCSUL	Símbolo de rodovia estadual localizada na Ilha de Santa Catarina
SCT	Símbolo integrante da nomenclatura das rodovias estaduais transitórias

SDR	Secretaria de Estado de Desenvolvimento Regional
SGB	Sistema Geodésico Brasileiro
SGP	Sistema de Gerência de Pavimentos
SIE	Secretaria de Estado da Infra-Estrutura
SIG	Sistema de Informação Geográfica
SIG-T	Sistema de Informação Geográfica para Transportes
SQL	Structured Query Language
SRE	Sistema Rodoviário Estadual
STO	Secretaria de Estado de Transportes e Obras
TraCs	Traffic Criminal Software
UTM	Universal Transverse Mercator
VMDA	Volume de Tráfego Médio Diário Anual
WHO	World Health Organization

SUMÁRIO

RESUMO	vii
ABSTRACT	viii
LISTA DE FIGURAS	ix
LISTA DE TABELAS	xii
LISTA DE QUADROS	xiii
LISTA DE ABREVIATURAS	xiv
1 INTRODUÇÃO.....	1
1.1 TEMA, PROBLEMA E OBJETO	1
1.2 OBJETIVOS.....	3
1.3 JUSTIFICATIVA	3
1.4 ÁREA DE ESTUDO.....	5
1.5 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO.....	7
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	9
2.1 ACIDENTES DE TRÂNSITO.....	9
2.2 A ESTRUTURA RODOVIÁRIA ESTADUAL	15
2.2.1 O Departamento Estadual de Infra-Estrutura	15
2.2.2 O sistema rodoviário.....	17
2.3 SISTEMA DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA	22
2.3.1 Definição e importância de um SIG	22
2.3.2 Características de um SIG.....	24
2.4 SIG E OS ACIDENTES DE TRÂNSITO	27
3 MÉTODO UTILIZADO	30
3.1 MÉTODO DE ABORDAGEM.....	30
3.2 ORGANIZAÇÃO DOS DADOS	31
3.3 LEVANTAMENTO DOS DADOS DE ACIDENTES DE TRÂNSITO	34
3.3.1 Dados gerais dos acidentes	34
3.3.2 Dados das vítimas	38
3.3.3 Dados dos veículos envolvidos.....	38
3.4 DADOS DE TRÁFEGO	39
3.5 CRITÉRIOS ADOTADOS PARA A ANÁLISE.....	40
4 ANÁLISE E DISTRIBUIÇÃO DOS ACIDENTES	44
4.1 ANÁLISES ESTATÍSTICAS	44
4.1.1 Registro de acidentes	44
4.1.1.1 Quantidade total de acidentes registrados	44
4.1.1.2 Evolução da quantidade de acidentes.....	45
4.1.1.3 Evolução da quantidade de acidentes conforme a frota estadual de veículos	45
4.1.1.4 Situação das pessoas envolvidas.....	46
4.1.1.5 Acidentes segundo a condição climática.....	47
4.1.1.6 Quantidade de acidentes por tipo de acidente	48
4.1.2 Registro de vítimas	49
4.1.2.1 Quantidade total de pessoas envolvidas	49
4.1.2.2 Quantidade de vítimas segundo a faixa etária	50
4.1.2.3 Quantidade de vítimas fatais segundo a faixa etária	51
4.1.2.4 Quantidade de vítimas segundo o tipo de vítima.....	52
4.1.2.5 Atropelamentos de pedestres	53
4.2 ANÁLISES ESPACIAIS	55
4.2.1 Quantidade total de acidentes por segmento rodoviário.....	55
4.2.2 Quantidade de acidentes por tipo de acidente em cada segmento rodoviário	74
4.2.2.1 Atropelamento de pedestres.....	75

4.2.2.2	Abalroamentos.....	85
4.2.2.3	Colisões.....	98
4.2.2.4	Choques.....	105
4.2.2.5	Saídas de pista.....	108
4.2.3	Quantidade de acidentes com mortes por segmento rodoviário	117
5	CONCLUSÕES.....	125
5.1	CONCLUSÕES.....	125
5.2	LIMITAÇÕES.....	127
5.3	SUGESTÕES.....	127
5.4	RECOMENDAÇÕES.....	129
	REFERÊNCIAS.....	130
	APÊNDICES.....	134
	APÊNDICE A – SISTEMA DE CADASTRO RODOVIÁRIO	135
	APÊNDICE B – INSERÇÃO DE PONTOS NOTÁVEIS NO SIG.....	140
	ANEXOS.....	142
	ANEXO A – REFERENCIAMENTO LINEAR DO ARCGIS.....	143
	ANEXO B – BOLETIM DE OCORRÊNCIA DO ACIDENTE DE TRÂNSITO	151

1 INTRODUÇÃO

1.1 TEMA, PROBLEMA E OBJETO

Os acidentes de trânsito tem sido uma preocupação mundial em razão do seu número considerado elevado a partir do avanço da indústria automobilística. No início do automobilismo, no final do século XIX, devido ao pequeno número de automóveis e às baixas velocidades desenvolvidas, os acidentes de trânsito eram raros, não provocavam danos de monta e sempre eram atribuídos à fatalidade ou à falha do motorista (HANSTED, 2000 e WHO, 2004).

O desenvolvimento da indústria automobilística permitiu a fabricação de veículos mais velozes e em grande quantidade. Dessa forma, ao longo dos anos os acidentes passaram a acontecer com maior frequência e violência. O elevado número de acidentes de trânsito fez com que a segurança viária passasse a ser uma das grandes preocupações mundiais.

Porath (2002) destaca que o problema “acidentes rodoviários” tem atingido tal nível de gravidade que agências internacionais e organizações do setor privado (Banco Mundial, *World Health Organization*, *International Federation of Road Cross and Crescent*, Nações Unidas, Banco Interamericano de Desenvolvimento e outras) firmaram uma coalizão global denominada *Global Road Safety Partnership* (GRSP), com sede em Gênova na Itália, desde abril de 1999, para enfrentar a questão.

De acordo com dados da *World Health Organization* (WHO) em 2002 aproximadamente 1,2 milhões de pessoas morreram em todo o mundo como resultado de acidentes de trânsito. Isto significa que uma média de 3.242 pessoas por dia nunca retornarão às suas casas, deixando suas famílias e suas comunidades. Além disso, estima-se que entre 20 e 50 milhões de pessoas em todo o mundo ficam feridas ou inválidas a cada ano em decorrência de acidentes de trânsito. Os ferimentos devido a acidentes de trânsito representam 2,1% de todas as mortes no mundo e aparecem em 11º lugar como causa de morte. Os acidentes de trânsito respondem por 23% de todas as mortes decorrentes de ferimentos em todo o mundo, conforme ilustrado na Figura 1.

Segundo esta organização, caso não se faça nada para diminuir esses números, entre os anos de 2000 e 2020 se prevê um aumento em torno de 65% no número de mortos e feridos em acidentes de trânsito. Em países subdesenvolvidos e em desenvolvimento o número de mortes poderá ter um incremento de até 80%.

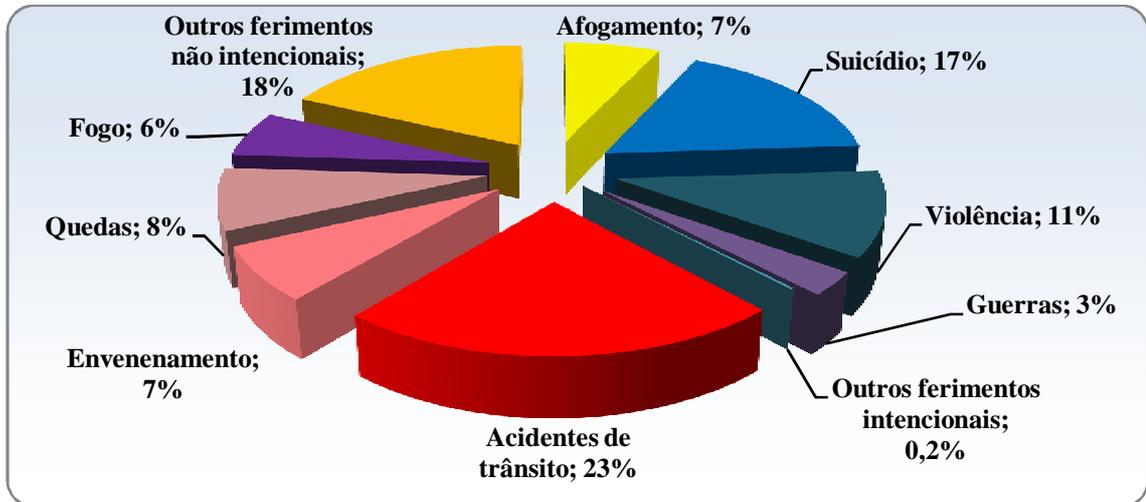


Figura 1 - Distribuição mundial de mortes causadas por ferimentos
 Fonte: Elaborado a partir de WHO, 2004

Ainda de acordo com esta entidade, em termos econômicos o custo dos ferimentos decorrentes de acidentes de trânsito é estimado em torno de 1,5% do produto interno bruto nos países subdesenvolvidos e 2% nos países desenvolvidos. Os custos diretos são estimados em 518 bilhões de dólares e nos países subdesenvolvidos em torno de 65 bilhões de dólares. Nos países da União Européia, que respondem por 5% das mortes no mundo, excede 207 bilhões de dólares. Nos Estados Unidos, no ano 2.000, foi estimado em 230 bilhões de dólares.

No Brasil, conforme informações contidas na Política Nacional de Trânsito do Departamento Nacional de Trânsito (DENATRAN, 2004), a cada ano mais de 33 mil pessoas são mortas e cerca de 400 mil ficam feridas ou inválidas em acidentes de trânsito. Os índices brasileiros de fatalidade na circulação viária são superiores aos índices dos países desenvolvidos e representam uma das principais causas de morte prematura da população economicamente ativa.

O estudo apresentado em 2006 pelo Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA) em parceria com a Associação Nacional de Transportes Públicos (ANTP) e com o apoio do Departamento Nacional de Trânsito (DENATRAN), com a finalidade de mensurar o custo social decorrente de acidentes de trânsito em rodovias, aponta um custo social anual da ordem de 22 bilhões de reais. Este valor equivale a aproximadamente 1,2% do produto interno bruto brasileiro (valores referentes a dezembro de 2005) e apenas nas rodovias estaduais este custo foi em torno de 14 bilhões de reais.

Diante dessa situação, a análise dos dados de ocorrência de trânsito com o uso de uma ferramenta adequada é fundamental para apontar soluções que reduzam esses números.

1.2 OBJETIVOS

Esta pesquisa tem por objetivo geral o diagnóstico dos acidentes de trânsito ocorridos em rodovias sob jurisdição do Estado de Santa Catarina e patrulhadas pela Polícia Militar Rodoviária com o auxílio de um Sistema de Informação Geográfica, visando o planejamento de ações e medidas para o tratamento adequado da segurança viária.

Os objetivos específicos que subsidiam o objetivo geral são:

a) Levantar dados de acidentes de trânsito ocorridos no período de 2002 a 2005, nas rodovias sob jurisdição do Estado de Santa Catarina patrulhadas pela Polícia Militar Rodoviária;

b) Construir bancos de dados relacionais sobre acidentes e estas rodovias;

c) Inserir os dados de acidentes de trânsito na base rodoviária georreferenciada sob jurisdição do Estado de Santa Catarina;

d) Gerar análises estatísticas dos acidentes de trânsito ocorridos nas rodovias sob jurisdição do Estado de Santa Catarina, identificando: a quantidade total de acidentes, a evolução da quantidade de acidentes no período estudado, a evolução dos acidentes segundo a situação dos envolvidos, a condição climática, as quantidades por tipos de acidentes, o número de acidentes por rodovias, a quantidade total de pessoas envolvidas, a faixa etária das vítimas e a quantidade de atropelamento de pedestres;

e) Gerar mapas temáticos identificando os segmentos de extensão máxima de 1 km nestas rodovias onde ocorreu: (i) o maior número de acidentes de trânsito, (ii) o maior número de acidentes de trânsito por tipo de acidente, (iii) o maior número de acidentes de trânsito com morte;

f) Fornecer subsídios para o planejamento de medidas, permitindo que se priorizem as vias mais problemáticas em relação ao aspecto da segurança viária.

1.3 JUSTIFICATIVA

Levando-se em conta dados do ano de 2003 da *International Road Traffic and Accident Database* (IRTAD, 2005) e *Community Database on Accidents on the Roads in Europe* (CARE, 2005), os índices de vítimas fatais por 100.000 habitantes das principais economias européias estão abaixo dos índices brasileiros. Alemanha (8,0 mortos/100.000 hab), Dinamar-

ca (8,0 mortos/100.000 hab), França (10,2 mortos/100.000 hab), Itália (10,5 mortos/100.000 hab), Holanda (6,4 mortos/100.000 hab), Finlândia (7,3 mortos/100.000 hab), Suécia (5,9 mortos/100.000 hab) e Reino Unido (6,1 mortos/100.000 hab) demonstram como o Brasil e Santa Catarina ainda estão longe de possuírem índices aceitáveis semelhantes a esses países, conforme mostrado na Figura 2.

No Brasil, em 2002 de acordo com dados fornecidos pelo DENATRAN foram registrados 251.876 acidentes com vítimas (estes dados não incluem os Estados do Espírito Santo e Mato Grosso). Como consequência desses acidentes ocorreram 19.887 óbitos (não estão registrados os dados dos Estados do Amapá, Espírito Santo, Mato Grosso e Rio de Janeiro). Isto resultou num índice de 12,3 vítimas fatais/100.000 habitantes.

Ainda segundo o DENATRAN, neste mesmo ano em todas as vias catarinenses 640 pessoas perderam a vida, resultando num índice de 11,6 vítimas fatais/100.000 habitantes. O índice de Santa Catarina fica um pouco abaixo do índice brasileiro, mas houve um crescimento significativo do ano de 2001 para 2002, quando o índice estava em 8,4 vítimas fatais/100.000 habitantes. Estados com maior número de habitantes, como São Paulo e Bahia, mantêm índices semelhantes ao longo destes anos.

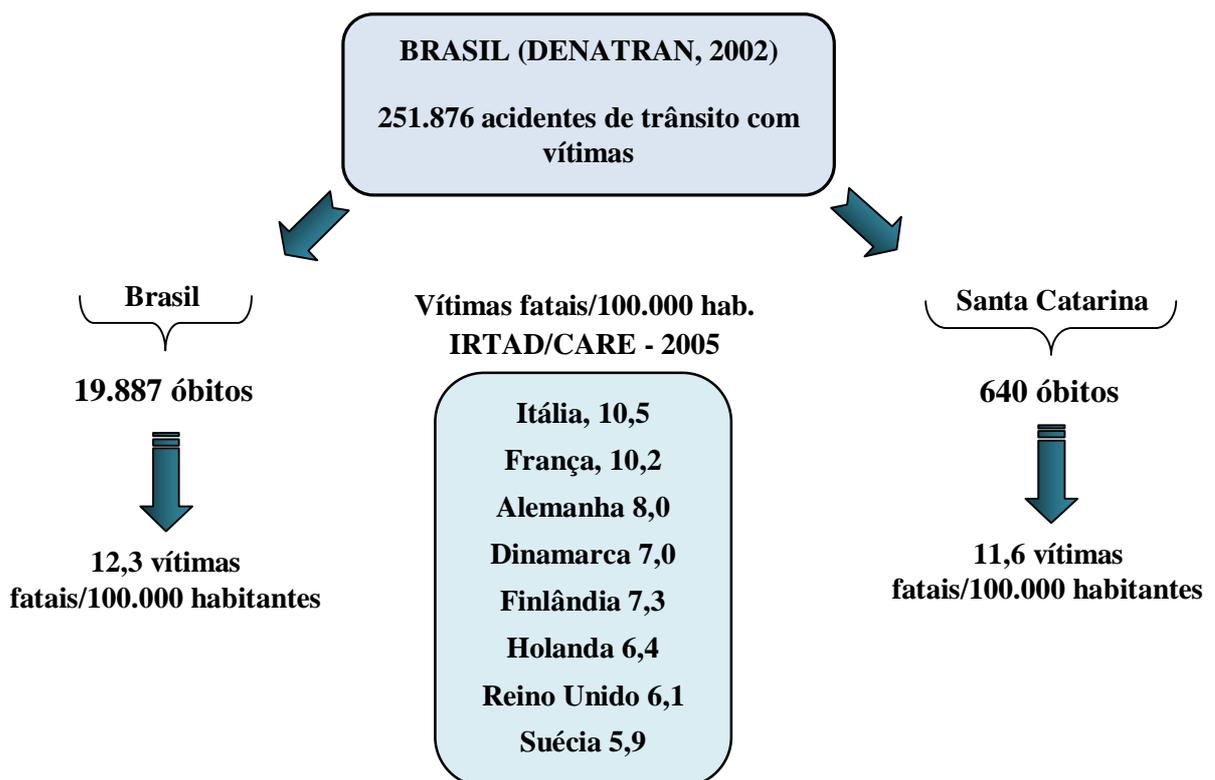


Figura 2 - Comparativo de vítimas fatais por 100.000 habitantes

Em 2005, ainda segundo o DENATRAN, foram registrados no país 383.371 acidentes de trânsito com vítimas resultando em 26.409 óbitos. O índice de vítimas fatais/100.000 habitantes aumentou para 14,3.

Deve ser ressaltado que os índices apresentados para os países europeus levam em conta as mortes que ocorrem nos 30 dias seguintes ao acidente, enquanto que no Brasil os números apresentados dizem respeito apenas às mortes ocorridas no local do acidente. Segundo Branco (1999), estudos alemães mostram que 20% dos acidentados graves acabam falecendo nos primeiros 10 dias após o socorro em virtude das lesões sofridas no acidente viário.

Na área rodoviária Santa Catarina registrou um incremento significativo no número de vítimas fatais. De acordo com os dados registrados pela Polícia Militar Rodoviária (PMRV) no banco de dados corporativo do Departamento Estadual de Infra-Estrutura (DEINFRA), estes números passaram de 211 em 2002 para 352 em 2005, contabilizando um incremento de 66%.

Mesmo levando em conta o aumento no volume de veículos ao longo destes anos, o aumento do número de mortes é preocupante e exige por parte das autoridades responsáveis, bem como de toda a sociedade, estudos mais detalhados para que se possam planejar ações adequadas objetivando reduzir significativamente esses índices.

1.4 ÁREA DE ESTUDO

O estudo foi realizado nas rodovias estaduais sob jurisdição do Estado de Santa Catarina, cuja operação é responsabilidade do Departamento Estadual de Infra-Estrutura e patrulhadas pela Polícia Militar Rodoviária Estadual em decorrência de convênio com a Secretaria de Estado da Segurança Pública e Defesa do Cidadão.

O Estado de Santa Catarina está localizado na Região Sul do Brasil, situado entre os paralelos 25° 57' 18'' e 29° 21' 07'' de latitude Sul e entre os meridianos 48° 19' 35'' e 53° 50' 12'' de longitude Oeste de Greenwich, conforme ilustrado na Figura 3.

Compreende uma área de 95.442,9 km², correspondente a 16,54% da área da região sul do Brasil e 1,12% da área total do país.



Figura 3 - Mapa do Brasil destacando o Estado de Santa Catarina

O território catarinense tem seu relevo moldado pela confluência da Serra Geral e da Serra do Mar. A faixa litorânea do Estado com largura máxima de cerca de 60 km, tem altitudes baixas, sendo limitada a leste por uma linha de costa Atlântica, em cujo centro se localiza a Capital, Florianópolis.

O limite ocidental dessa faixa litorânea é constituído pelos paredões da Serra Geral e da Serra do Mar, a partir dos quais as altitudes do território do Estado são abruptamente elevadas a cotas no entorno dos 900 m, chegando a atingir cotas na marca dos 1.800 m nos picos mais elevados. Daí para o oeste, o território apresenta estreitamento gradativo e terreno acidentado, com altitudes que declinam no sentido sudoeste, até atingir cotas no entorno dos 600 m no limite territorial de cerca de 120 km de extensão com a República Argentina.

A rede rodoviária do Estado está subdividida, assim como dos demais estados brasileiros, sob as jurisdições dos Governos Federal, Estadual e Municipal. Suas atividades sócio-econômicas são dependentes na quase totalidade da infra-estrutura do transporte rodoviário.

As rodovias federais, de competência da União, constituem a rede troncal básica de rodovias em Santa Catarina, propiciando principalmente as ligações rodoviárias que cortam o território estadual no sentido norte-sul e as ligações rodoviárias que vencem os paredões da Serra do Mar e da Serra Geral, os quais separam a faixa litorânea do Estado e seu território interior, a oeste.

As rodovias estaduais, a cargo do Estado de Santa Catarina, complementam essa rede troncal, interligando os diversos trechos de rodovias federais entre si e permitindo os acessos das diferentes localidades aos grandes troncos, e daí às diversas regiões do Estado e ao resto do país.

A Tabela 1 mostra a extensão das malhas rodoviária estadual e federal do Estado de Santa Catarina no ano de 2007.

Tabela 1 - Extensão das malhas rodoviárias federal e estadual de Santa Catarina

REDE	NÃO PAVIMENTADA (km)		PAVIMENTADA (km)		TOTAL (km)
Estadual	1.948,5	30%	4.457,2	70%	6.405,7
Federal	111,8	5%	2.127,9	95%	2.239,7
Total	2.060,3	24%	3.285,1	76%	8.645,4

Fonte: DEINFRA, 2007

A fiscalização por parte da PMRV não contempla toda a malha rodoviária estadual. São apenas patrulhadas as rodovias pavimentadas e não abrange toda a sua extensão. A extensão patrulhada foi alterada ao longo dos anos pesquisados, conforme mostrado na Tabela 2.

Tabela 2 - Extensão de malha rodoviária estadual patrulhada entre os anos de 2002 e 2005

Ano	Extensão Pavimentada (km)	Extensão Patrulhada (km)	Percentual Patrulhado
2002	3.744,4 ⁽¹⁾	2.796,6 ⁽¹⁾	75 %
2003	3.813,0 ⁽²⁾	3.414,6 ⁽²⁾	90 %
2004	3.995,1 ⁽³⁾	3.592,4 ⁽³⁾	90 %
2005	4.048,5 ⁽⁴⁾	3.584,8 ⁽⁴⁾	89 %

Fonte: ⁽¹⁾ DER, 2002; ⁽²⁾ DEINFRA, 2003; ⁽³⁾ DEINFRA, 2004; ⁽⁴⁾ DEINFRA, 2005

1.5 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

Esta dissertação foi dividida em cinco capítulos conforme apresentado a seguir.

O Capítulo 1 apresenta esta introdução onde são feitas as considerações iniciais a respeito dos acidentes de trânsito, os objetivos a serem alcançados, justificativa e importância do trabalho e informações sobre a área de estudo.

O Capítulo 2 apresenta a fundamentação teórica abordando os conceitos de acidentes de trânsito, informações sobre os dados registrados pelo agente de trânsito no momento da

ocorrência, considerações sobre os custos dos acidentes e a configuração do sistema rodoviário estadual com um breve histórico do órgão rodoviário. Descreve-se o que é um sistema de informação geográfica relacionando diversos trabalhos da aplicação desse sistema na análise de acidentes de trânsito.

O Capítulo 3 apresenta o método utilizado nesta pesquisa. A partir de um estudo descritivo e exploratório dos registros de acidentes de trânsito, mostra-se a forma como os dados foram organizados em tabelas após a sua retirada do Sistema de Acidentes de Trânsito do DE-INFRA. Discorre-se sobre a maneira que os dados de acidentes de trânsito, vítimas, veículos e contagem de tráfego foram levantados e as verificações e correções efetuadas. Também são explicados os critérios adotados para a análise que foi realizada a partir da segmentação da malha rodoviária em trechos de extensão de 1 quilômetro.

São mostradas no Capítulo 4 as análises descritivas estatísticas e espaciais. Foram efetuadas análises estatísticas em relação ao total de acidentes ocorridos no período considerado com a apresentação de gráficos de acidentes e de vítimas. As análises espaciais são feitas a partir de mapas temáticos originados pela segmentação da malha rodoviária.

No Capítulo 5 são apresentadas as principais conclusões desta pesquisa, sugestões para uma melhor gestão da segurança da rede rodoviária e recomendações para novos trabalhos utilizando um Sistema de Informação Geográfica.

Além desses cinco capítulos foram inseridos no final desse trabalho dois anexos e dois apêndices. No Anexo A é descrito como foi feito o referenciamento linear no software ArcGIS e no anexo B é apresentado o formulário de coleta de dados de acidentes de trânsito conhecido como BOAT (Boletim de Ocorrência do Acidente de Trânsito) preenchido por agentes de trânsito no local da ocorrência. No Apêndice A é mostrado como foi feito o referenciamento da malha rodoviária e no Apêndice B é explicado como foram inseridos os pontos notáveis das rodovias no SIG.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 ACIDENTES DE TRÂNSITO

Para Gold (1998), um acidente de trânsito pode ser definido como um evento não intencional que produz ferimentos ou danos, envolvendo ao menos um veículo que circula, normalmente por uma via para trânsito de veículos, podendo ser motorizado ou não.

O *Department of Transportation* dos Estados Unidos (BAGINSKI, 1995 *apud* CARDOSO, 1999) define acidente como sendo um evento raro, aleatório e originado a partir de diversos fatores inter-relacionados, sempre precedido de uma situação na qual uma ou mais pessoas falharam na cooperação com o seu ambiente. Cardoso (1999) conclui que o usuário não teve habilidade para se adaptar às novas necessidades impostas pelo ambiente de tráfego. O usuário enfrentou uma dificuldade de interação com o seu veículo (diretamente) ou com a via (indiretamente, através do veículo).

Para o DENATRAN (1995) acidente de trânsito é uma ocorrência fortuita ou não, em decorrência do envolvimento em proporções variáveis do homem, do veículo, da via e demais elementos circunstanciais, da qual tenha resultado ferimento, dano, estrago, prejuízo, avaria, ruína, etc.

O *National Safety Council* dos Estados Unidos conceitua acidente de trânsito como sendo o resultado de uma seqüência de eventos dos quais usualmente decorrem, de forma não intencional, morte, ferimento ou unicamente, danos materiais (DIDONÉ, 2000).

Diesel (2005) afirma que o acidente de trânsito se caracteriza como um evento não-intencional, com pelo menos um usuário do sistema de trânsito e que subitamente produz danos materiais e/ou pessoais aos envolvidos.

De acordo com a mesma autora, vários são os fatores intervenientes nos acidentes de trânsito, destacando-se seis grupos básicos, freqüentemente relacionados entre si: os usuários, os veículos, as vias, as condições ambientais e os aspectos institucionais e sociais pertinentes.

Segundo Cardoso (1999), quando se trata de definir as causas dos acidentes de trânsito, normalmente se aponta a falha humana como a principal causa. Mas esse mesmo autor ressalta que as vias inadequadas, principalmente no Brasil, possuem uma parcela relevante nas causas dos acidentes.

Mantovani (2004) destaca que vários fatores podem ser apontados como causadores de acidentes de trânsito, relativos aos usuários, aos veículos, às vias, às condições ambientais e aos fatores institucionais e sociais.

Para Hobbs (1990 *apud* CARDOSO, 1999), o número de acidentes pode ser reduzido através de uma intervenção adequada em alguns locais das vias. No entanto, tais medidas só poderão ser devidamente escolhidas após a determinação das causas dos acidentes.

Alves (2005) afirma que para se estudar de forma adequada um acidente de trânsito é fundamental a sua tipificação. Isto permite o aprofundamento e detalhamento das informações contidas num relatório de acidentes.

A classificação dos acidentes utilizada pelo DEINFRA tem por base aquela apresentada por Gold (1998), mostrada no Quadro 1.

Quadro 1 - Classificação dos acidentes de trânsito segundo Gold (1998)

TIPO	DEFINIÇÃO
Atropelamento	Acidente em que um pedestre ou um animal é atingido por veículo motorizado ou não
Colisão	Acidente em que há impacto entre veículos em movimento
a) Colisão traseira	Impacto entre veículos que transitam na mesma via, no mesmo sentido, sendo que um dos veículos atinge de frente a parte traseira do outro
b) Colisão frontal	Impacto entre veículos que transitam na mesma via, em sentidos opostos
Engavetamento	Colisão tipo traseira, envolvendo três ou mais veículos
Abalroamento lateral	Envolve veículos em movimento em faixa distintas, porém no mesmo sentido, quando um deles inicia uma conversão à esquerda ou à direita
Abalroamento transversal	Envolve veículos que vão em direções com um ângulo de 90°
Abalroamento transversal frontal	É uma colisão transversal quando o ponto de impacto entre ambos os veículos é a parte dianteira
Abalroamento lateral em sentidos opostos	É o acidente entre veículos que vão em sentidos opostos e em faixas distintas
Choque	Impacto de um veículo em movimento e um obstáculo sem movimento
Capotagem	Qualquer acidente em que o teto do veículo toma contato com o chão, pelo menos uma vez
Tombamento	Acidente que envolve um só veículo, em que um dos lados do veículo fica em contato com o chão, ao final do acidente
Combinação	Acidentes que combinem dois ou mais tipos mencionados anteriormente

Fonte: Gold,1998

A Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT (ABNT, 1989) na Norma Brasileira NBR nº 10.697/89 conceitua os acidentes de trânsito como mostrado no Quadro 2.

Quadro 2 - Classificação dos acidentes de trânsito segundo ABNT (1989)

TIPO	DEFINIÇÃO
Atropelamento	Acidente em que o(s) pedestre(s) ou animal(is) sofre(m) o impacto de um veículo, estando pelo menos uma das partes em movimento
Acidente pessoal de trânsito	Todo acidente em que o pedestre sofre lesões corporais ou danos materiais, desde que não haja participação de veículos ou ação criminosa
Colisão	Acidente em que um veículo em movimento sofre o impacto de outro veículo, também em movimento
a) Colisão traseira	Ocorre frente contra traseira ou traseira contra traseira, quando os veículos transitam no mesmo sentido ou em sentidos contrários, podendo pelo menos um deles estar em marcha a ré.
b) Colisão frontal	Colisão que ocorre frente a frente, quando os veículos transitam na mesma direção, em sentidos opostos
c) Colisão lateral	Colisão que ocorre lateralmente, quando os veículos transitam na mesma direção, podendo ser no mesmo sentido ou em sentidos opostos. Também conhecido como abalroamento
d) Colisão transversal	Ocorre transversalmente, quando veículos transitam em direções que se cruzam, ortogonal ou obliquamente
Engavetamento	Acidente em que há impacto entre três ou mais veículos, num mesmo sentido de circulação
Choque	Acidente em que há impacto de um veículo contra qualquer objeto fixo ou móvel, mas sem movimento.
Capotamento	Acidente em que o veículo gira sobre si mesmo, em qualquer sentido, chegando a ficar com as rodas para cima, imobilizando-se em qualquer posição
Tombamento	Acidente em que o veículo sai de sua posição normal, imobilizando-se sobre uma de suas laterais, sua frente ou sua traseira
Queda	Acidente em que há impacto em razão de queda livre do veículo, ou queda de pessoas ou cargas por ela transportadas
Outros acidentes de trânsito	qualquer acidente que não se enquadre nas definições de acidentes com pedestres, atropelamento, acidente com pessoal de trânsito, capotamento, choque, colisão, colisão frontal, colisão lateral, colisão transversal, colisão traseira, engavetamento, queda e tombamento

Fonte: ABNT, 1989

De acordo com Gold (1998), em qualquer elaboração de intervenções viárias para reduzir acidentes em pontos críticos, é imprescindível dispor de informações sobre os acidentes ocorridos nos locais das intervenções.

Bernardes [200-?] afirma que somente através do conhecimento de quando aconteceu, quantos eram, como ocorreu, quem estava lá, onde foi e porque aconteceu o acidente com respostas baseadas em fatos reais, coletados, analisados, criticados e apresentados estatística-

mente, é que cada órgão ou instituição poderá pautar ações que visem a mudança do quadro de ocorrências, nas vias e trechos em que foi detectada a maior incidência de acidentes de trânsito.

De maneira geral, no Brasil tais informações são registradas no Boletim de Acidentes de Trânsito (BOAT) durante o atendimento da ocorrência. Basicamente, neste registro são coletadas as seguintes informações:

- a) Localização;
- b) Momento do acidente;
- c) Características do condutor;
- d) Características do acidente;
- e) Características do veículo;
- f) Características da vítima;

Estes registros podem ser transferidos para arquivos digitais formando uma base de dados que através de um processamento adequado permitirá a retirada de informações.

Segundo Cardoso (1999) a análise de viabilidade de investimentos em segurança viária requer o estudo de uma série de características que possibilitem resultados quantificáveis para que sejam conhecidos os ganhos obtidos com as melhorias implementadas no sistema viário. Uma das variáveis que permite essa verificação é a quantificação dos custos de acidentes de tráfego.

Desde 1998 o IPEA, em conjunto com a ANTP e com o apoio do DENATRAN, busca mensurar os impactos negativos do trânsito. O primeiro estudo, concluído em 1998, “Redução das Deseconomias Urbanas, com a Melhoria do Transporte Público” focalizou os impactos negativos dos congestionamentos.

O segundo estudo, intitulado “Impactos Sociais e Econômicos dos Acidentes de Trânsito nas Aglomerações Urbanas”, realizado entre os anos 2001 e 2003, foi voltado para a quantificação dos custos dos acidentes de trânsito em áreas urbanas e concluiu por perdas anuais da ordem de R\$ 5,3 bilhões em 2001 (preços de abril de 2003). Essa pesquisa estimou, ainda, os custos médios unitários em R\$ 3,3 mil, para os acidentes de trânsito sem vítimas, R\$ 17,5 mil para os acidentes com feridos, e R\$ 144,5 mil para os acidentes com mortes.

Em 2006 foi produzido o terceiro estudo denominado “Impactos Sociais e Econômicos dos Acidentes de Trânsito nas Rodovias Brasileiras”. Este estudo concluiu que os custos

sociais anuais decorrentes de acidentes de trânsito em rodovias são da ordem de 22 bilhões de reais (preços de dezembro de 2005), representado 1,25 % do produto interno bruto brasileiro.

De acordo com este último relatório os custos de acidentes de trânsito foram decompostos em:

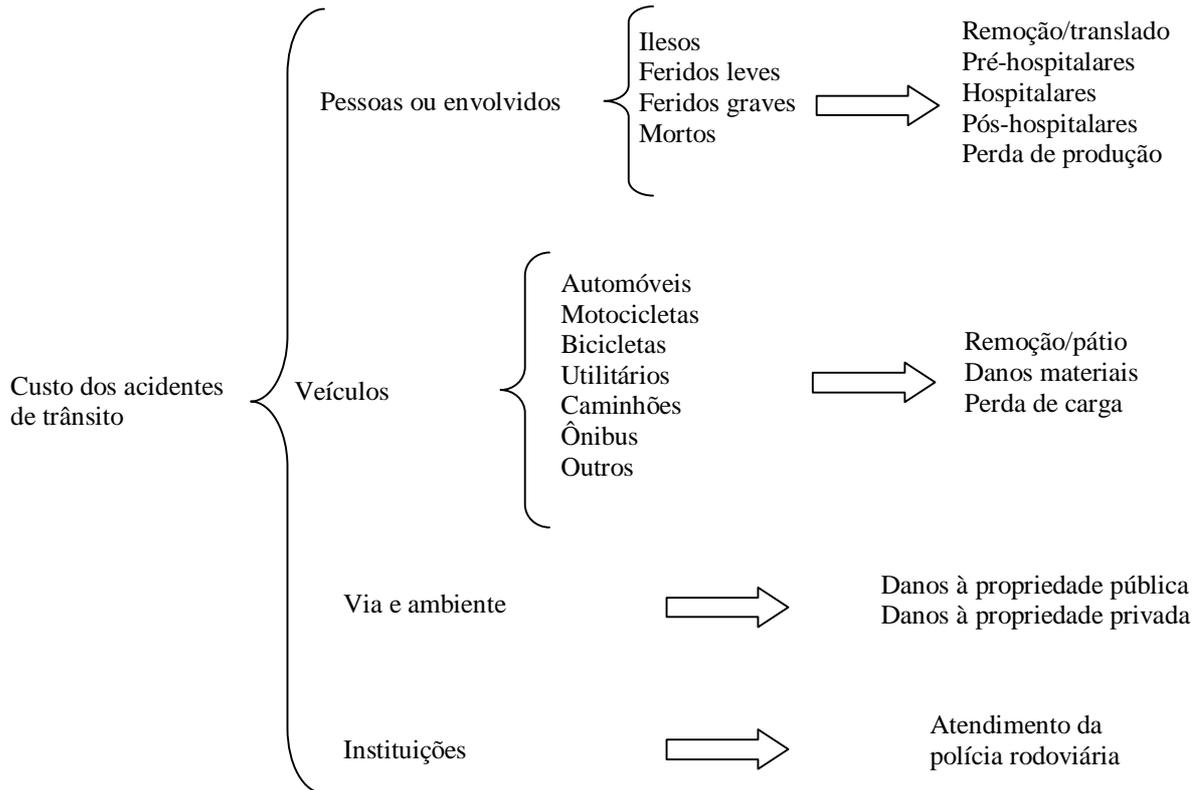


Figura 4 - Decomposição dos custos de acidentes de trânsito
Fonte: IPEA, 2006

A partir da decomposição dos acidentes conforme apresentado na Figura 4, o custo total associado a cada acidente foi obtido pela soma dos custos médios amostrais associados a cada um dos componentes elementares de custos envolvidos. Nestes custos foram levados em consideração os seguintes componentes:

Custos relativos às pessoas = $C_{\text{cuidados em saúde}} (C_{\text{pré-hospitalar}} + C_{\text{hospitalar}} + C_{\text{pós-hospitalar}}) + C_{\text{perda de produção}} + C_{\text{remoção/translado}}$

Custos relativos aos veículos = $C_{\text{danos materiais ao veículo}} + C_{\text{perda de carga}} + C_{\text{remoção/pátio}}$

Custos relativos à via/ambiente do acidente = $C_{\text{danos à propriedade pública}} + C_{\text{danos à propriedade privada}}$

Custos institucionais = $C_{\text{atendimento do acidente}}$.

Outros custos como, por exemplo, o tempo perdido nos congestionamentos, judiciais, de reposição do veículo acidentado, de limpeza da pista, tratamento do estresse pós-traumático e outros, não foram considerados neste estudo, dadas as limitações de tempo e recursos financeiros do projeto. Mesmo assim, é enfatizado nesse documento que esses valores dão um forte indicativo do quanto custa não fazer nada, ou fazer muito pouco, para reduzir a quantidade e, principalmente, a gravidade dos acidentes.

A partir deste cálculo foram definidos os valores apresentados na Tabela 3.

Tabela 3 - Custos totais dos acidentes de trânsito nas rodovias brasileiras

Rodovias	Número de acidentes	Custo total (R\$ - Dez/20005)	Custo médio por acidente
Municipais ¹	x	1.404.463.306	x
Estaduais G1 ²	113.594	6.136.556.909	54.022
Estaduais G2 ³	x	7.973.500.465	x
Federais	110.599	6.512.085.050	58.880
Total	-	22.026.605.730	-

Fonte: IPEA; DENATRAN; ANTP, 2006.

¹ Não se conseguiu dados sobre acidentes nas rodovias municipais do Brasil. Os custos totais nestas rodovias foram validados a partir de estimativas com base no número de mortes por acidente de transporte constante do banco de dados de informações de morbimortalidade do Ministério da Saúde, e no número de mortos por unidade da federação nas rodovias federais e estaduais. Trata-se de estimativas globais com uma grande margem de erro.

² No grupo 1 (G1) foram classificadas as unidades da com cadastros completos de acidentes nas rodovias estaduais, com bancos de dados disponíveis (SP, PR, SC, RS, DF, CE, ES) e tiveram os seus custos padrão por acidente determinados por modelos ajustados sobre os resultados das rodovias federais.

³ Foram incluídas no grupo 2 (G2) as unidades da federação cuja característica é a indisponibilidade de bancos de dados de acidentes de trânsito. Esses custos totais foram estimados por meio de um modelo simples de associação dos registros de mortos por acidente de transporte do Banco de Dados de Morbimortalidade do Ministério da Saúde em associação aos mortos nas rodovias federais, considerando-se as informações sobre mortos nas rodovias estaduais dos Estados em que os valores eram conhecidos por intermédio de bancos de dados próprios. As estimativas desse grupo, que inclui vinte Estados, entre eles Minas Gerais, Rio

de Janeiro e Bahia que se destacam pelo tamanho da malha viária e pelo elevado volume de tráfego, não têm o rigor estatístico do grupo 1. O documento sugere que elas devem ser vistas como balizamentos objetivos de ordem de grandeza.

2.2 A ESTRUTURA RODOVIÁRIA ESTADUAL

2.2.1 O Departamento Estadual de Infra-Estrutura

O Estado de Santa Catarina foi uma das primeiras unidades da federação a tomar a iniciativa de organizar um órgão técnico, destinado a dirigir os serviços de estradas de rodagem, antes entregues aos cuidados das prefeituras municipais. Com o aumento da produção de várias regiões do Estado e a conseqüente necessidade de escoamento dos produtos, o progresso catarinense dependia principalmente da construção de novas estradas e melhoria das existentes.

Em 19 de agosto de 1.919, durante o governo de Hercílio Pedro da Luz, o Decreto-Lei nº 31 dava orientação técnica aos serviços rodoviários, com estudo para construção de estradas estaduais, diferenciando estas das municipais, trabalhos que ficaram afetos à Diretoria de Viação e Obras Públicas.

Em 1926 através da Lei número 1.539 de 08 de outubro foi criada a Inspeção de Estradas de Rodagem, junto à Secretaria da Fazenda, Viação e Obras Públicas e Agricultura. Dividia o território do Estado em quatro zonas, iniciando a organização dos serviços rodoviários no Estado catarinense através de setores estruturados para fazer a conservação rodoviária denominados residências .

Em 1930, a título de economia, foi extinta a divisão do Estado em quatro zonas e a partir desta data houve retrocesso na evolução rodoviária do Estado. Com a extinção das residências, os serviços foram entregues às Prefeituras Municipais. Como conseqüência, as estradas ficaram intransitáveis e as Prefeituras com as quotas negativas para atender as despesas rodoviárias.

Após três anos de resultados negativos o Estado retoma os trabalhos rodoviários, através do Decreto-Lei nº 42 de 30 de dezembro de 1933, que transformou a Inspeção de Estradas de Rodagem em Diretoria de Estradas de Rodagem.

Com o restabelecimento das residências de conservação os serviços são reorganizados nos moldes técnicos e administrativos, com a finalidade única de supervisionar os servi-

ços rodoviários, orientar e determinar as suas atividades e a elaboração do Plano Rodoviário Estadual.

Em de 15 de setembro de 1936 através da Lei nº 85, o governo Nereu Ramos, criou o serviço de cadastro das estradas de rodagem, obras de arte, os cargos de Engenheiro Inspetor, Auxiliar Técnico e Desenhista. Com as crescentes necessidades rodoviárias, foi reorganizada a Diretoria de Estradas de Rodagem de forma a melhorar a eficiência na prestação dos serviços.

A Lei número 77 de 21 de agosto de 1936 e o Decreto nº 2 de 08 de setembro do mesmo ano dividiram o Estado em seis zonas, com Residências em Florianópolis, Joinville, Blumenau, Lages, Tubarão e Canoinhas, as quais estavam dotadas de máxima autonomia.

Em 11 de novembro de 1936, a Lei número 123 instituiu o plano rodoviário estadual. Aos 27 dias do mês de dezembro de 1945, através do Decreto-Lei nº 8.463, foi implantada no país uma nova organização rodoviária, criando o Fundo Rodoviário Nacional.

Para que os estados participassem do auxílio financeiro, relativo à quota do Fundo Rodoviário Nacional, e nos moldes daquele decreto-lei, o governo do Estado de Santa Catarina reorganizou o seu órgão rodoviário e através do Decreto-Lei nº 217, de 12 de setembro de 1946, extinguindo a Diretoria de Estradas de Rodagem e criando uma autarquia, com autonomia administrativa, técnica e financeira, denominando-a Departamento de Estradas de Rodagem (DER).

Em janeiro de 2003 foi extinto o DER e criado o Departamento Estadual de Infra-Estrutura (DEINFRA), órgão autárquico dotado de personalidade jurídica de direito público e patrimônio próprio, vinculado à Secretaria de Estado da Infra-Estrutura (SIE). Esta nova entidade foi formada a partir do DER e do Departamento de Edificações e Obras Hidráulicas (DEOH), pela Lei Complementar Nº 244. Também foram instituídas as Secretarias de Estado de Desenvolvimento Regional (SDR) que no setor de transportes dividem as funções com o DEINFRA.

Essa autarquia tem por objetivo implementar a política formulada pelo Governo do Estado para a infra-estrutura de transportes, edificações e obras hidráulicas de Santa Catarina, compreendendo as atividades de administração, planejamento, projeto, construção, operação, manutenção, restauração, reposição, adequação de capacidade e ampliação de bens, obras e serviços de interesse do Estado.

2.2.2 O sistema rodoviário

Tendo por objetivo principal o estabelecimento da infra-estrutura de um sistema viário integrado, bem como a viabilização da execução de planos globais de transporte, em 10 de setembro de 1973, através da Lei Federal nº 5.917 foi aprovado o Plano Nacional de Viação (PNV).

A partir da aprovação do PNV foi introduzido no país pelo então Departamento Nacional de Estradas de Rodagem (DNER) em 1974, o processo de classificar funcionalmente as rodovias e os conceitos daí derivados quando foi feita a primeira aplicação prática da metodologia.

Em 1978, contando com a participação dos órgãos rodoviários estaduais, o DNER atualizou o trabalho “Classificação Funcional do Sistema Rodoviário do Brasil”, amplamente divulgado e que apresenta os resultados da classificação funcional de toda a malha rodoviária nacional.

A rede rodoviária que cobre por inteira cada unidade da Federação se constitui basicamente de rodovias federais, estaduais e municipais. Com o advento da Lei 5.917 de 1973 que aprovou o Sistema Rodoviário do Plano Nacional de Viação para os anos subsequentes ocorreram problemas de indefinição de jurisdição quando diretrizes de rodovias federais planejadas coincidiam com rodovias estaduais existentes.

Na ocasião, o DNER, tendo por base o Art. 1º § 2º da própria Lei, optou por não assumir a jurisdição das rodovias estaduais existentes que coincidiam com federais planejadas. Essas rodovias estaduais passaram a ser conhecidas como “rodovias estaduais transitórias” pela Resolução nº 2.646, de 11 de dezembro de 1978.

Em 2 de maio de 2006 o Conselho de Administração do Departamento Nacional de Infra-Estrutura de Transportes (DNIT) aprovou a Resolução nº 8, que extinguiu a denominação “Rodovias Estaduais Transitórias”, passando as rodovias estaduais existentes, coincidentes com rodovias federais planejadas, a serem denominadas de “Rodovias Estaduais Coincidentes”. Para este trabalho a nomenclatura de rodovia estadual transitória (SCT) é mantida.

Segundo DNIT (2006) o principal critério para definição da malha é a classificação funcional que estabelece uma delimitação jurisdicional, pois recomenda uma correspondência entre sistemas funcionais e jurisdições. A classificação funcional verifica o princípio de com-

patibilidade entre redes através dos diferentes graus em que se combinam mobilidade e acesso nas ligações entre centros populacionais:

- a) Ligar a capital da unidade da federação a uma ou mais sedes municipais;
- b) Interligar as principais cidades ou sedes municipais;
- c) Servir um ponto importante do interior do Estado (pólos sócio-econômicos), da orla marítima, fronteira ou divisa terrestre;
- d) Permitir o acesso a estâncias hidrominerais, a cidades tombadas pelo Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (IPHAN) e demais pontos de atração turística;
- e) Permitir o acesso aos principais terminais de transportes e às instalações federais ou estaduais, às reservas florestais, quartéis, estabelecimentos industriais, etc.;
- f) Ligar em pontos adequados duas ou mais rodovias federais e/ou estaduais.

Em cada unidade da Federação o Sistema Rodoviário Nacional é constituído pelos sistemas rodoviários federal, estadual e municipal onde cada um possui a constituição básica conforme mostrado na Figura 5.

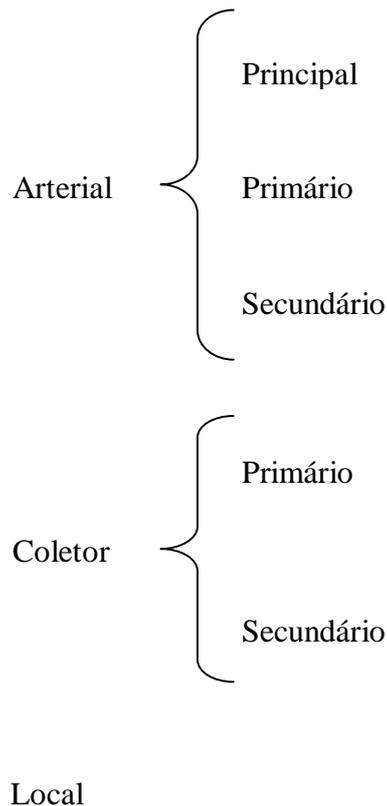


Figura 5 - Constituição básica do sistema rodoviário
Fonte: DNIT , 2006

Desta maneira as rodovias recebem a sua nomenclatura de acordo com a função que exercem na malha viária, conforme descrito anteriormente.

A concepção de um Sistema Nacional de Transportes unificado a partir da aprovação do PNV, que se tornou uma diretriz básica para o planejamento do setor visando à coordenação racional entre os sistemas Federal, Estadual e Municipal e demais modalidades de transporte, exigiu que em novembro de 1974 o Governador do Estado de Santa Catarina através do Decreto nº STO/1479 aprovasse o Plano Rodoviário Estadual (PRE) nos moldes da Lei Federal, relacionando as rodovias que faziam parte do Sistema Rodoviário Nacional adequado ao Estadual.

Ao longo dos anos o PRE ficou desatualizado em relação às demandas públicas estaduais e foi instituída uma comissão técnica pelo então Departamento Estadual de Estradas de Rodagem para a revisão em caráter provisório do Plano Rodoviário Estadual.

Em função disso, através do Decreto nº 6.107/90 de 30 de novembro de 1990, foi aprovado em caráter provisório o Plano Rodoviário Estadual, a partir do qual foi elaborado o Sistema Rodoviário Estadual (SRE) do qual fazem parte as rodovias em estudo.

No Estado de Santa Catarina os diversos planos rodoviários elaborados definiram rodovias longitudinais (apenas rodovias federais), transversais, diagonais e de ligação.

Os critérios utilizados pelo órgão rodoviário estadual para a definição de sua malha não utilizaram uma classificação funcional rodoviária por não existir ainda a referida classificação no âmbito das rodovias estaduais.

A inclusão de novas rodovias ou acessos quando solicitadas pelos poderes públicos municipais foram sistematicamente consideradas no PRE. Da mesma forma, as extensões urbanas foram sendo sistematicamente eliminadas do PRE por decretos do chefe do poder executivo quando solicitadas, geralmente, pelo poder público municipal.

Ao longo dos anos, com a inclusão de novos segmentos rodoviários, a posição relativa destes no sistema rodoviário nacional foi desconsiderada. Tal situação exigiu a necessidade de dar novo ordenamento ao Plano, cujo trabalho de reformulação do PRE foi feito pelo DEINFRA e está sendo implantado conforme o Decreto nº 4.084 de 09 de março de 2006.

Este decreto estipula que a implantação definitiva deste novo PRE se dará em até dois anos a partir da data de sua publicação, sendo que o DEINFRA está trabalhando na adequação de todos os trechos de acordo com o novo plano rodoviário.

Faz parte também desta ação a definição da jurisdição nos segmentos rodoviários que atravessam perímetros urbanos a partir de uma análise técnica segundo critérios definidos pelo decreto anteriormente citado.

Compõe a malha rodoviária de Santa Catarina cinco rodovias longitudinais, todas sob jurisdição federal: BR-101, BR-116, BR-153, BR-158 e BR-163 cujo traçado é mostrado na Figura 6.



Figura 6 - Rodovias longitudinais de Santa Catarina

As rodovias federais que possuem jurisdição estadual são identificadas neste trabalho pela sigla SCT, ou seja, rodovia de transição cujo traçado da rodovia estadual coincide com o traçado de uma rodovia federal planejada.

A Figura 7 mostra o traçado das rodovias transversais que estão no Estado de Santa Catarina. Das quatro rodovias transversais apenas a BR-282 está totalmente sob jurisdição federal. As rodovias SCT-283 e SCT-285 estão completamente sob jurisdição estadual e a BR-280 possui parte sob jurisdição federal (BR-280, trecho São Francisco do Sul – Canoinhas) e parte sob jurisdição estadual (SCT-283, trecho Canoinhas – Porto União).



Figura 7 - Rodovias transversais de Santa Catarina

Também compõe a malha rodoviária catarinense as rodovias diagonais SC-301, SC-302, SC-303 e SCT-386, cujos traçados são mostrados na Figura 8, todas sob jurisdição estadual.



Figura 8 - Rodovias diagonais de Santa Catarina

As demais rodovias que compõem o Sistema Rodoviário Estadual e que estão sob a jurisdição do DEINFRA são as rodovias de ligação apresentadas na Figura 9.



Figura 9 - Rodovias de ligação de Santa Catarina

2.3 SISTEMA DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA

2.3.1 Definição e importância de um SIG

A melhor forma de apresentar, demonstrar e analisar uma distribuição de dados do tipo geográfico, demográfico ou econômico é através de imagens. Quando os dados possuem uma localização geográfica a análise das informações contidas em uma base de dados pode ser feita de forma mais adequada através de mapas.

Até recentemente a busca de informações era feita apenas em documentos e mapas em papel, o que tornava a análise morosa e impedia uma combinação entre diversos mapas e dados. A partir da segunda metade do século XX, o desenvolvimento da tecnologia de informática permitiu armazenar e representar tais informações em ambiente computacional abrindo espaço para o aparecimento do Geoprocessamento.

Este termo denota a disciplina do conhecimento que utiliza técnicas matemáticas e computacionais para o tratamento da informação geográfica e que vem influenciando de ma-

neira crescente as áreas de Cartografia, Análise de Recursos Naturais, Transportes, Comunicações, Energia e Planejamento Urbano e Regional (CÂMARA;DAVIS;MONTEIRO,2001).

O Geoprocessamento pode ser utilizado através de uma ferramenta computacional chamada de Sistema de Informação Geográfica (SIG) que permite realizar análises complexas ao integrar dados de diversas fontes e criar bancos de dados georreferenciados.

Enquanto o Geoprocessamento é o conceito mais abrangente e representa qualquer tipo de processamento de dados georreferenciados um SIG processa dados gráficos e não gráficos (alfanuméricos) com ênfase em análises espaciais e modelagens de superfícies (CARVALHO, 2002).

Um SIG comporta diferentes tipos de dados e aplicações em várias áreas do conhecimento. Sua utilização facilita a integração de dados coletados de fontes heterogêneas, de forma transparente ao usuário final, não necessitando de um especialista em um domínio específico.

Segundo Câmara (1996), sistemas de informação geográfica (SIG's) são sistemas automatizados usados para armazenar, analisar e manipular dados geográficos, ou seja, dados que representam objetos e fenômenos em que a localização geográfica é uma característica inerente à informação e indispensável para analisá-la.

Queen e Blinn [200-?] definem SIG como um sistema integrado e computadorizado, utilizado para compilar, armazenar, manipular e visualizar dados em forma espacial. Um SIG é um conjunto de camadas de mapas, onde cada camada está associada ou inserida em todas as demais. Tipicamente, cada camada conterá temas geográficos ou dados alfanuméricos.

Estes temas podem incluir, por exemplo, topografia, tipos de solos, uso da terra, informações cadastrais de propriedades territoriais ou informações de infra-estrutura como rodovias, oleodutos, linhas de energia, de água e de esgoto. Através de um compartilhamento geográfico mútuo, todas as camadas podem ser combinadas ou revestidas em qualquer combinação especificada pelo usuário.

Para Martin *et al* (2000), um SIG permite aos usuários visualizar geograficamente informações de uma base de dados. Ele também permite uma ligação comum entre duas ou mais bases de dados inter-relacionadas.

O aspecto mais utilizado de um SIG como ferramenta de gerenciamento é a sua capacidade de associar objetos espaciais (por exemplo, nomes de ruas, referências quilométricas

cas, siglas de rodovias, etc.) com informações de atributos (por exemplo, acidentes, causas, etc.).

Cardoso (1999) destaca vários benefícios da incorporação da tecnologia SIG tais como: eliminação de informações redundantes, facilidade na revisão de mapas, aumento da produtividade da mão de obra, integração de dados de mapas, manutenção de banco de dados em tempo real, velocidade no processamento de grande volume de dados, produção rápida de relatórios e estatísticas de real interesse ao usuário, suporte a funções de Engenharia e Planejamento e melhora na qualidade de planos elaborados para o desenvolvimento, propiciada por melhor e mais ampla capacidade de análise.

Portanto, um SIG é um sistema que trabalha com dados referenciados por coordenadas espaciais ou geográficas capaz de realizar um conjunto de operações que permitem extrair informações desses dados. Destaca-se por possibilitar a visualização da distribuição de eventos através de mapas temáticos. A partir disso, facilita a elaboração de atividades de planejamento e resolução de problemas complexos.

2.3.2 Características de um SIG

De acordo com Câmara, Davis e Monteiro (2001) pode-se considerar que um SIG tem os seguintes componentes: (i) interface com usuário; (ii) entrada e integração de dados; (iii) funções de processamento; (iv) visualização e plotagem; e (v) armazenamento e recuperação de dados.

Cada sistema, em função de seus objetivos e necessidades, implementa estes componentes de forma distinta, mas todos estão usualmente presentes num SIG.

Estes componentes se relacionam de forma hierárquica:

a) No nível mais próximo ao usuário, a interface homem-máquina define como o sistema é operado e controlado;

b) No nível intermediário, um SIG deve ter mecanismos de processamento de dados espaciais (entrada, edição, análise, visualização e saída);

c) No nível mais interno um sistema de gerência de bancos de dados geográficos oferece armazenamento e recuperação dos dados espaciais e seus atributos;

A estrutura geral de um SIG está representada na Figura 10.

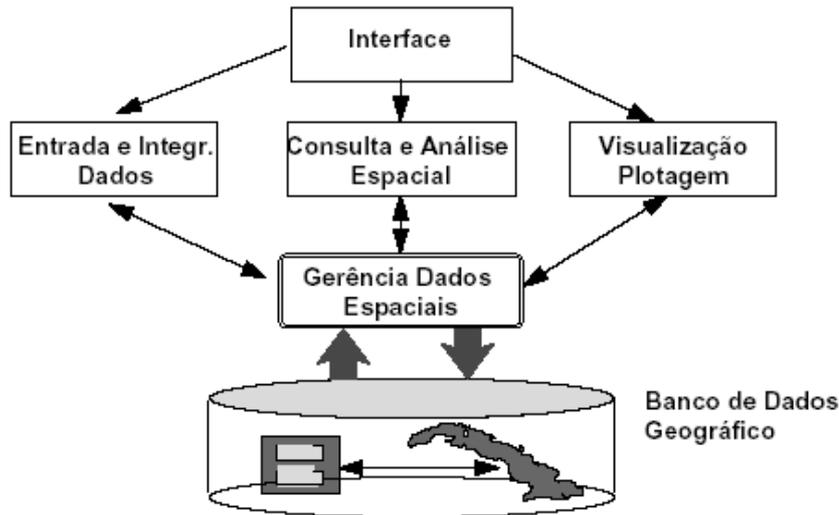


Figura 10 - Estrutura geral de um Sistema de Informação Geográfica
 Fonte: Câmara, 1996

A identificação e o agrupamento dos dados com vistas à aplicação requerida podem ser feitos através da digitalização de dados gráficos em formato vetorial. Diversos dispositivos de entrada de dados podem ser utilizados tais como mesas digitalizadoras, mouse, teclado (digitação de coordenadas), etc.

Um SIG também permite a associação de imagens digitais ao banco de dados, usando o recurso do georreferenciamento de imagens ou através da integração da imagem ao banco.

Além disso, é possível realizar procedimentos de correção dos dados adquiridos para melhoria da sua qualidade. Tais procedimentos podem ser a eliminação de vértices desnecessários, suavização de curvas, eliminação de problemas inerentes à captura de imagens provenientes de satélites, distorções geométricas devido à visada lateral de radares, etc.

Este sistema também possibilita receber, converter e tratar dados provenientes de outros sistemas de informação, geográficos ou não, gráficos ou não, a partir de arquivos de formato padronizado.

O SIG possibilita o acesso simultâneo aos dados, garantindo a sua consistência e integridade na relação gráfica-alfanumérica. Em caso de falhas é possível a recuperação total ou parcial do banco de dados. Também o acesso pode ser restrito garantindo segurança às informações.

Ele garante aos usuários o acesso eficiente e rápido às informações que gerencia. As técnicas de indexação espacial utilizadas organizam as informações por proximidade geográfica.

fica. Linguagens de pesquisa, como a *Structured Query Language* (SQL), facilitam a formulação de consultas, através de comandos e operadores de natureza espacial e recursos de interface gráfica com o usuário.

Ainda de acordo com Câmara, Davis e Monteiro (2001), as funções de manipulação e análise de dados geográficos podem ser agrupadas de acordo com o tipo de dado tratado: (i) análise geográfica, (ii) processamento digital de imagens, (iii) modelagem numérica do terreno, (iv) Geodésia e Fotogrametria e (v) modelagem de redes.

Neste trabalho foi utilizada a modelagem de redes que é composta por informações associadas a serviços de utilidade pública, como água, luz e telefone, redes de drenagem (bacias hidrográficas) ou malha viária.

Cada objeto geográfico (por exemplo: ponte, bueiro, transformador de rede elétrica ou cano de água) possui uma localização geográfica exata e está associado a atributos descritivos, presentes no banco de dados.

De acordo com INPE [200-?] no caso das aplicações de redes, a ligação com um banco de dados é fundamental pois toda a informação descritiva está guardada no banco de dados.

As informações gráficas de redes são armazenadas em coordenadas vetoriais, com topologia arco-nó. Arcos têm um sentido de fluxo e nós têm atributos. A topologia de redes constitui um grafo, armazenando informações sobre recursos que fluem entre localizações geográficas distintas, ilustrados na Figura 11.

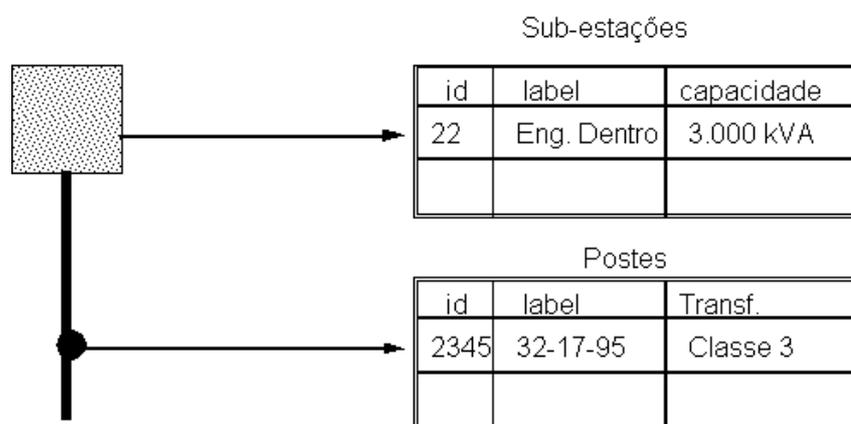


Figura 11 - Elementos de rede
Fonte: INPE, [200-?]

Os enfoques adotados pelos SIG com relação à saída de dados dizem respeito à: (i) produção automatizada de mapas em papel, tabelas e relatórios e, (ii) recursos de consulta de acordo com as necessidades do usuário.

No caso de plotagem, o SIG pode dispor de ferramentas para produção de cartas, com recursos muitas vezes altamente sofisticados de apresentação gráfica. Estas ferramentas permitem a definição interativa de uma área de plotagem, colocar legendas, textos explicativos e notas de crédito. Uma biblioteca de símbolos é também atributo fundamental de um sistema de produção.

Os recursos de consulta permitem que, além das informações tradicionalmente extraídas de banco de dados alfanuméricos, sejam obtidas informações espaciais e as relações, também espaciais, entre os elementos estudados dentro de uma área de abrangência.

2.4 SIG E OS ACIDENTES DE TRÂNSITO

Os acidentes de trânsito podem ser referenciados através de um par de coordenadas geográficas ou um endereço previamente definido pelo órgão gestor através de um método adequado (por exemplo, rodovia e quilômetro). Devido a essa natureza espacial os acidentes de trânsito podem ser analisados por um sistema que permita a ligação entre seus atributos (tipo de acidente, hora, local, vítimas, etc.) e dados espaciais (mapas).

Um Sistema de Informação Geográfica torna-se uma ferramenta ideal para uso na análise e avaliação dos acidentes de trânsito. Este sistema permite a manipulação de dados sobre uma plataforma geográfica e facilita a integração de diferentes bases de dados através do uso de um identificador geográfico.

Nos Estados Unidos o SIG tem sido amplamente utilizado na análise de acidentes de trânsito. Segundo Brose (2001 *apud SANDO et al*, 2004) no Estado de Wisconsin, o SIG é usado para a análise espacial da distribuição e densidade das colisões de tráfego.

Sun (2003, *apud SANDO et al*, 2004) desenvolveu uma ferramenta baseada em SIG para o Departamento de Transportes do Estado da Louisiana. Este sistema permitiu identificar locais nas rodovias onde ocorriam freqüentemente tipos particulares de acidentes.

Conforme apresentado por Sando *et al* (2004) o Departamento de Transportes de Tampa, na Flórida, usou o SIG para análise de acidentes nas rodovias estaduais. O uso desta ferramenta permitiu a análise de numerosos acidentes, sendo que foram criados mapas para

consultas a partir da base de dados TraCS (*Traffic Criminal Software*). A ferramenta permitiu aos agentes fiscalizadores e engenheiros de transportes fazer diversas análises espaciais integrando o TraCS com outras bases de dados para obter locais potencialmente críticos e desenvolver medidas apropriadas.

No Estado da Carolina do Norte, na área de Wake County, (FHWA, 1999) foi desenvolvido um sistema usando o Sistema de Informações de Segurança Rodoviária. Nesse sistema foram incluídos os acidentes de trânsito e os elementos da rodovia, com suas características. Também foram utilizadas informações provenientes do Departamento de Transporte da Carolina do Norte, tais como o cadastro de sinais de trânsito, o inventário das condições do pavimento, dos cruzamentos com ferrovias e o tráfego médio diário. Também foram incluídas informações não tradicionalmente usadas na análise de segurança, como o cadastro de uso do solo e o seu plano de ocupação, além de informações de censo populacional.

Montufar (2002) discutiu os benefícios e limitações da aplicação de um Sistema de Informação Geográfica para Transportes (SIG-T) na análise da segurança de caminhões em rodovias provinciais arteriais nas regiões de Manitoba, Saskatchewan e Alberta no Canadá. O estudo conclui que o conhecimento global do local do acidente permite melhoria na segurança e a concentração de acidentes permite identificar pontos críticos ou problemas de projeto rodoviário ou engenharia de tráfego. Aponta também a capacidade de integrar várias bases de dados independentes (dados de acidentes, localização, volume de tráfego). Conclui que sem o uso do SIG a análise espacial seria morosa e praticamente impossível.

Cardoso (1999), utilizando um SIG desenvolveu uma ferramenta capaz de auxiliar no gerenciamento do sistema viário através da análise da segurança viária no município de São José, no Estado de Santa Catarina.

Nesse trabalho foi realizada uma análise descritiva dos acidentes de trânsito entre os anos de 1996 e 1997 e se concluiu que a aplicação do SIG em acidentes de trânsito possibilita: (i) mapeamento dos acidentes na área de estudo; (ii) estudar regiões, interseções, vias ou qualquer outra parte desagregada, dentro da área de estudo, separadamente, e verificar sua relação com informações semelhantes de toda a rede viária municipal; (iii) facilitar a tomada de decisões; (iv) atualizar automaticamente todas as saídas de informações a partir da atualização do banco de dados do sistema; (v) adicionar diferentes dados relacionados à rede viária, como condições do pavimento, interseções semaforizadas, sentido de tráfego das vias e outros, ou seja, o SIG estruturado permite a adição de novos dados de diferentes fontes.

Sperry (1999) desenvolveu uma metodologia para avaliação da qualidade de elementos de rodovias utilizando um sistema de informação geográfica em um trecho de 2,3 quilômetros da BR-101 no município de Paulo Lopes em Santa Catarina, no lugar denominado Morro dos Cavalos. Concluiu que através de consultas efetuadas no banco de dados do SIG é possível avaliar os acidentes pelas influências de geometria da via, elevado volume de tráfego médio diário anual (VMDA), pista molhada, noite, condutor e condutor de veículos tipo “ônibus e caminhões”, mediante análise isolada ou em conjunto de fatores.

Kamalasudhan *et al* (2002) analisou oito vias expressas de Cingapura, que cobrem um total de 148 km. Com o auxílio de um SIG este estudo identificou áreas que possuem tendência à ocorrência de acidentes. Foram analisados os dados de acidentes dos anos de 1992, 1994, 1996, 1998 e 2000. Neste estudo se conclui que o SIG é uma ferramenta eficiente para mostrar os diferentes tipos de distribuição espacial de acidentes sobre um mapa digital da rede rodoviária e o seu uso destaca relevantes dados de acidentes que podem ser rapidamente processados e visualizados em um mapa. Além disso, o SIG permitiu identificar locais perigosos ao longo das vias em função dos dados históricos de acidentes.

Queiroz (2003) analisou geograficamente a segurança viária, no município de Fortaleza, no Ceará, a partir da elaboração de uma base georreferenciada de dados de acidentes de trânsito para, em seguida, aplicar e demonstrar o potencial das ferramentas de análise e estatística espacial na área de segurança de tráfego. A pesquisa reconheceu a natureza espacial dos dados de transportes e indicou as possibilidades de aplicação das ferramentas de análise e estatística espacial que o ambiente digital propicia.

Os resultados apresentados nos diversos trabalhos executados com um Sistema de Informação Geográfica na análise de acidentes de trânsito mostram que esta ferramenta pode ser incorporada aos estudos de segurança viária, fazendo com que um banco de dados de acidentes sirva efetivamente de suporte ao planejamento de programas de redução de acidentes.

3 MÉTODO UTILIZADO

3.1 MÉTODO DE ABORDAGEM

O presente capítulo descreve as etapas e o método aplicado para o desenvolvimento deste trabalho. A pesquisa aqui apresentada é o resultado de um estudo descritivo e exploratório dos registros de acidentes de trânsito armazenados no banco de dados corporativo do DE-INFRA.

O fluxograma das atividades desenvolvidas, que serão posteriormente detalhadas, é apresentado na Figura 12.

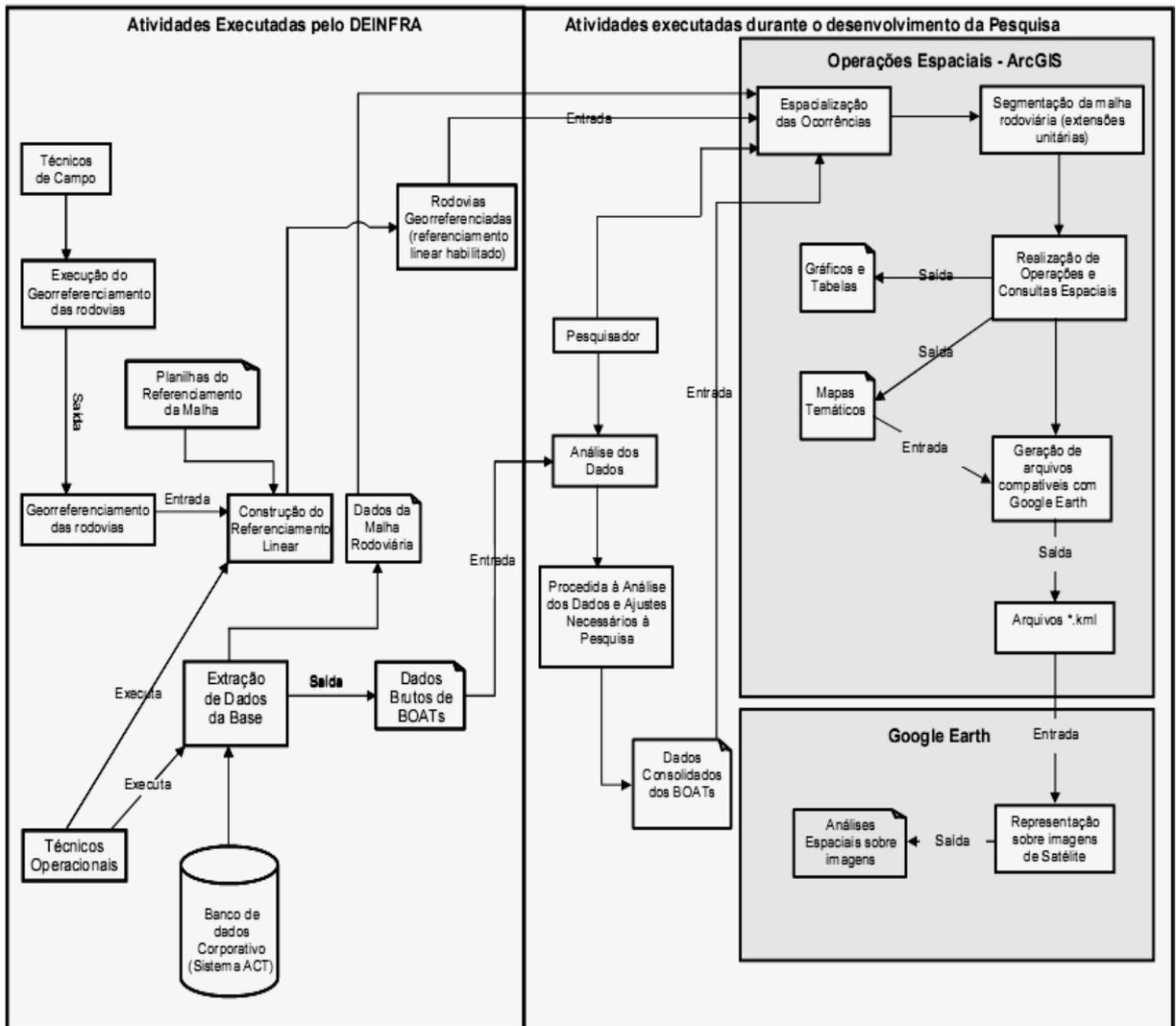


Figura 12 - Fluxograma das atividades desenvolvidas

Esses acidentes ocorreram nas rodovias estaduais pavimentadas sob jurisdição estadual e patrulhadas pela Polícia Militar Rodoviária do Estado de Santa Catarina, entre os anos de 2002 e 2005, cujas extensões foram apresentadas na Tabela 2.

3.2 ORGANIZAÇÃO DOS DADOS

O Sistema de Estatísticas de Acidentes de Trânsito (ACT) faz parte dos sistemas informatizados e integrados do setor de transportes do DEINFRA. Este sistema permite o cadastramento dos Boletins de Ocorrência de Acidentes de Trânsito (BOAT's) contemplando dados conforme mostrado no Quadro 3.

Quadro 3 - Tipo de dados inseridos no sistema ACT

DADOS INSERIDOS	CONTEÚDO
Dados gerais do acidente	Data, horários, tipo do acidente, número de envolvidos, município, atendentes, outros
Localização do acidente	Rodovia, km e metro
Condições gerais do local do acidente	Tipo do pavimento, condições técnicas, perfil do trecho, tipo de pista, interseção
Dados dos veículos envolvidos	Placa, renavam, espécie, município, Estado, país, categoria, cor, ano fabricação, marca, tipo, informações sobre o seguro
Dados e situação das vítimas	Condutores, passageiros, pedestres
Dados das testemunhas do acidente	Nome, endereço e demais dados de identificação
Descrição e parecer do acidente	Relato dos condutores sobre o ocorrido

A Figura 13 mostra a tela dos dados básicos que são cadastrados no sistema ACT.

Figura 13 - Tela de cadastro de dados básicos do sistema ACT do DEINFRA
Fonte: Sistema ACT do DEINFRA

Todos os dados são coletados pelo agente de trânsito no local de ocorrência do acidente e posteriormente inseridos no sistema ACT na sede do posto da PMRv responsável pelo atendimento.

Esses dados coletados ficam registrados em folha manuscrita (ver anexo B) e são assinados pelos motoristas envolvidos no acidente (quando a situação da vítima permite) e pelos agentes. Posteriormente são arquivados no posto da PMRv.

Os tipos de acidentes utilizados no Sistema ACT apresentados na Figura 14 e que são utilizadas neste trabalho tiveram como base as definições apresentadas por Gold (1998) mostradas no Quadro 1, acrescidas do tipo de acidente Saída de Pista.

Figura 14 - Tela de cadastro do tipo de acidente de trânsito do sistema ACT do DEINFRA
Fonte: Sistema ACT do DEINFRA

O sistema ACT possibilita geração de consultas e relatórios estatísticos de ocorrências permitindo sua exportação para planilhas eletrônicas, tais como:

- a) Segmento rodoviário;
- b) Companhia de Polícia Militar Rodoviária;
- c) Posto rodoviário;
- d) Período;
- e) Tipo e condição do veículo;
- f) Tipo de vítima (se envolveu pedestre, animal, etc.);
- g) Tipo de acidente;
- h) Perfil do trecho;
- i) Existência de mortos e/ou feridos;
- j) Condição da pista e tipo de pista, condição do tempo, luminosidade;
- k) Dia da semana e horário;
- l) Faixa etária, sexo e estado civil dos envolvidos no acidente.

Uma tela para a consulta de dados do sistema é mostrada na Figura 15.

Opções de Consulta

Totais Cond. Tempo e Luminosidade
 Condição da Pista Dia da Semana e Horário
 Tipo de Pavimento e Tipo de Pista Tipo de Localidade
 Cond. Técnicas e Perfil do Trecho
 Sinalização

Totais

Acidentes: 9085
Mortos: 292
Feridos: 5720
Veículos Envolvidos: 15707

Cond. Pista Tipo Pavim. e Pista Cond. Técn. e Perfil Sinalização Tempo e Luminosidade Dia e Hora Typ Localid.

Dia da Semana	Qtde.	Perc.	Horário	Qtde.	Perc.
Domingo	1642	18,07	00:01 - 06:00	1172	12,91
Segunda-Feira	1089	11,99	06:01 - 08:00	576	6,35
Terça-Feira	1016	11,18	08:01 - 12:00	1458	16,06
Quarta-Feira	1047	11,52	12:01 - 16:00	1821	20,06
Quinta-Feira	1157	12,74	16:01 - 18:00	1279	14,09
Sexta-Feira	1486	16,36	18:01 - 20:00	1452	16,00
Sábado	1648	18,14	20:01 - 24:00	1319	14,53

Consultar Limpar Imprimir Arquivo Fechar

Figura 15 - Tela de consulta do Sistema ACT do DEINFRA
Fonte: Sistema ACT do DEINFRA

Além disso, esse sistema permite:

- a) Consulta de acidentes rodoviários em mapas eletrônicos;
- b) Emissão do Boletim de Ocorrência;
- c) Recuperação dos dados de cada acidente, através de pesquisa parametrizada;
- d) Emissão de relatório de pontos críticos das vias ou com elevado potencial de acidentes.

3.3 LEVANTAMENTO DOS DADOS DE ACIDENTES DE TRÂNSITO

Os registros de acidentes de trânsito foram retirados do sistema ACT através de um editor de SQL. Esta atividade foi desenvolvida por técnicos da Gerência de Tecnologia de Informação (GETIN) do DEINFRA com o uso de software específico.

Os registros foram reunidos em planilhas eletrônicas e salvos em formato DBF com os dados de acidentes de trânsito (ver Quadro 4), vítimas (ver Quadro 5) e veículos (ver Quadro 6).

3.3.1 Dados gerais dos acidentes

No período de 2002 a 2005 foram registrados 30.375 acidentes de trânsito em rodovias estaduais patrulhadas pela Polícia Militar Rodoviária dos quais 15 foram abandonados, pois não foi possível inseri-los dentro dos traçados georreferenciados das rodovias.

Destes, 10 registros estavam na rodovia SC-486, no trecho entre a BR-101 e a cidade de Itajaí que não foi georreferenciado e 5 registros na rodovia SCT-480, no contorno da cidade de Xanxerê, que foram informados com imprecisão.

Portanto, para este estudo foi elaborada uma planilha com 32.360 registros com campos conforme apresentados no Quadro 4.

Foram corrigidos os erros de digitação e as inconsistências de toda a planilha, não se levando em conta se os campos seriam utilizados na pesquisa ou não.

Este procedimento teve como objetivo deixar uma planilha consistente e mais correta possível para que possa ser usada por outros pesquisadores ou até mesmo neste trabalho como informação complementar.

Quadro 4 - Conteúdos dos campos dos registros de acidentes de trânsito

NOME DO CAMPO	CONTEÚDO
NUACIDENTE	Número sequencial do acidente gerado quando da retirada dos dados. Não faz parte do sistema ACT
NUANO	Ano da ocorrência do acidente
SGRODOVIA	Sigla da rodovia
NMPOSTOROD	Identificação do Posto de Polícia Militar Rodoviária
CDPOSTOROD	Número do Posto de Polícia Militar Rodoviária
NUBOLETIM	Número do boletim de ocorrência
NUKM	Quilômetro de referenciamento onde ocorreu o acidente
CDDIASEMAN	Dia da semana em que ocorreu o acidente
DTACIDENTE	Data do acidente - dia, mês e ano
HRACIDENTE	Hora do acidente
QTVITIMAFATA	Quantidade de vítimas fatais
QTFERIDO	Quantidade de feridos
QTVEICULOE	Quantidade de veículos envolvidos
DESEPARACA	Tipo de separador de pista (barreira de concreto, barreira de concreto e defesa metálica, canteiro, canteiro e defesa metálica, defesa metálica, sem divisor)
CDINTERSEC	Tipo de interseção onde ocorreu o acidente quando for o caso (entroncamento, cruzamento)
QTFAIXAROL	Número de faixas de rolamento
DETIPOPIST	Tipo de pista (simples, duplicada ou outra)
DEOUTRAPIS	Outro tipo de pista (p. ex. 3ª faixa)
QTLARGURAP	Largura da pista
SINALHOR	Existência ou não de sinalização horizontal
SINALVERT	Existência ou não de sinalização vertical
SEMAFORO	Existência ou não de semáforo
CONDPISTA1	Condição da pista (danificada, em obras, molhada, seca, enlameada, oleosa, outra)
DEOUTRACON	Outra condição de pista quando for o caso
DETIPOLOCA	Tipo de local (urbano, rural ou industrial)
DECONDTECN	Geometria da pista (curva aberta, curva fechada, tangente, ponte, tangente em baixada, via estreita, viaduto)
DELUMINOSI	Luminosidade do local (crepúsculo, dia, luar, noite -via sem iluminação, noite -via iluminada, outra)
DEOUTRALUM	Outro tipo de iluminação
DEPERFILTR	Perfil do trecho (Depressão, lombada, nível, rampa, outro)
TPATROPELA	Tipo de atropelamento (pedestre ou animal)
TPABALRROA	Tipo de abalroamento
TPCHOQUE	Tipo de choque
TPCOLISAO	Tipo de colisão
TPSAIDA	Tipo de saída de pista
TPTOMBAMEN	Tipo de tombamento
TPOUTROS	Outro tipo de acidente
DEOUTROCHO	Outro tipo de choque
DEOUTROTIP	Qual outro tipo de acidente
QTILESOS	Quantidade de pessoas envolvidas que saíram ilesas
TPCAPOTAME	Tipo de capotamento
NUKMINICIA	Quilômetro inicial do trecho da rodovia
NUKMFINAL	Quilômetro final do trecho da rodovia
NMTRECHO	Descrição do trecho da rodovia

O trecho da rodovia Jorge Lacerda, SC-401 (na Costeira do Pirajubaé), na Ilha de Santa Catarina, entre os quilômetros 32,3 e 36,0 não foi georreferenciada pelo DEINFRA.

Posteriormente o autor, com o auxílio de um engenheiro analista da Gerência de Tecnologia da Informação e acompanhado por um engenheiro da Gerência de Sistemas de Informações de Infra-Estrutura, ambos do DEINFRA, efetuou o georreferenciamento adotando a sigla de SC-401 para este segmento.

Para o segmento construído em traçado paralelo foi adotada a sigla SCSUL, de acordo com o que consta no sistema ACT.

Entre as várias correções e verificações feitas pode-se destacar:

- a) Eliminação de todas as linhas em branco da planilha;
- b) Extraído relatório do sistema ACT e verificado se a quantidade do total de acidentes e de cada tipo de acidente apresentada por esse relatório era a mesma apresentada pela planilha elaborada para este trabalho;
- c) Inclusão no sistema de cadastro rodoviário (SCR) do DEINFRA das rodovias que possuíam registro de acidentes e não faziam parte do mesmo;
- d) Na ocorrência da superposição de traçado de rodovias muitos acidentes foram registrados na rodovia de sigla com número maior. Para obedecer ao critério de superposição todos os acidentes foram transferidos para a rodovia com sigla de menor número;
- e) Muitos valores anotados levantaram dúvidas, como por exemplo, a largura de pista em metros. Havia registros com valor 0, 0,3 e 0,6. Foi necessário verificar o croqui de cada boletim de ocorrência onde as larguras eram muito pequenas para encontrar o valor correto;
- f) Foram procedidos os ajustes para o tipo de separação de pista onde havia muitas opções. Manteve-se os seguintes tipos de separadores:
 - Barreira de concreto;
 - Defesa metálica;
 - Canteiro;
 - Barreira de concreto e defesa metálica;
 - Canteiro e defesa metálica;
 - Sem divisor.

g) Em alguns casos o campo referente à condição de pista (CONDPISTA) estava inconsistente com o campo referente à condição do tempo (CONDTEMPO). Havia registros que informavam uma situação de pista seca e chuva na condição do tempo. A correção foi feita após a observação nos BOAT's, levando em conta também a declaração do condutor, que em muitas vezes se refere à condição climática;

h) Corrigidos os erros de grafia e verificadas as inconsistências no campo DEOUTRALUMIN;

i) Corrigidos alguns registros lançados na rodovia SC-401 quando o acidente aconteceu na rodovia SCSUL e correção da quilometragem da rodovia SCSUL em função do referenciamento feito para o trecho da rodovia SC-401, a partir do quilômetro 32;

j) Na rodovia SC-403 alguns registros de acidentes estavam fora da extensão georreferenciada. Pela análise dos boletins de ocorrência observou-se que esses acidentes ocorreram nas alças da interseção com a SC-401. Todos os registros foram lançados no km 6,743 que é o final do trecho e fica sobre a interseção;

k) Foram alterados os códigos de dias da semana pela descrição (p. ex. 1 = domingo) e inseridas as denominações dos tipos de acidentes na planilha base em substituição aos códigos utilizados pelo sistema para caracterizar cada tipo de acidente (o sistema utiliza códigos numéricos);

l) No caso de superposição de traçados de trechos rodovias atribui-se a sigla de rodovia de menor número (p. ex. SC-430 e SC-438 prevalece a sigla SC-430, conforme descrito no Anexo A e mostrado na Figura 87). Alguns registros foram anotados em segmento de rodovia que não obedecia a este critério. Foi necessária a transposição de todos os registros feitos em segmentos superpostos para obedecer a este critério;

m) Muitos registros de acidentes foram anotados em posições incorretas. Com o auxílio de croquis obtidos dos boletins de acidentes de trânsito foi possível identificar o local mais aproximado de determinada ocorrência;

n) Também nesta fase foram analisados os erros de correlação do sistema ACT.

3.3.2 Dados das vítimas

Os dados das vítimas de acidentes de trânsito não apresentaram inconsistências e nenhum erro e são mostrados no Quadro 5.

Quadro 5 - Conteúdo dos campos dos registros de vítimas

NOME DO CAMPO	CONTEÚDO
NUACIDENTE	Número seqüencial do acidente gerado quando da retirada dos dados. Não faz parte do sistema ACT
NMPOSTOROD	Identificação do Posto de Polícia Militar Rodoviária
NUANO	Ano da ocorrência do acidente
NUBOLETIM	Número do boletim de ocorrência
CDPOSTOROD	Número do Posto de Polícia Militar Rodoviária
NUVITIMA	Quantidade de vítimas
DENACIONAL	Nacionalidade da vítima
FLSEXO	Sexo da vítima
NUIDADE	Idade da vítima
DEESTADOCI	Estado civil da vítima
NMMUNICIPI	Município onde a vítima reside
FLTIPOVITI	Tipo de vítima (Condutor, Passageiro, Pedestre, Bóia-fria, Ignorado)
NUVEICULO	Número seqüencial atribuído ao veículo pelo sistema
FLSITUACAO	Situação da vítima no local (Morta ou Ferida)
FLCONDFERI	Condição do ferimento no local (Leve, Médio, Grave, Generalizado, Ignorado)
FLCINTOSEG	Uso ou não do cinto de segurança pelo condutor

3.3.3 Dados dos veículos envolvidos

A planilha contendo as informações sobre veículos (cujos campos são mostrados no Quadro 6) continha alguns erros de digitação e inconsistências, além da falta de algumas informações. Dentre as várias correções e verificações feitas pode-se destacar:

a) Muitos registros continham erros na data de fabricação do veículo o que exigiu uma consulta aos dados dos Departamentos de Trânsito de alguns estados, para que, a partir do número do registro nacional de veículos automotivos (RENAVAM) fosse obtido o ano correto de fabricação;

b) Também o campo referente à data da expedição da carteira de habilitação necessitou de ajustes, pois algumas datas estavam incorretas. Nesse caso foi colocado o texto NÃO PREENCHIDA. A coluna referente ao teor alcoólico também foi alterada sendo que para a

condição de valor não preenchido foi registrado o valor -1 e quando o exame não foi realizado utilizou-se o valor -2;

c) Foram corrigidos alguns erros de ortografia e o preenchimento de campos em branco com o texto NÃO PREENCHIDO;

d) Houve a necessidade de identificar quais veículos eram de tração e quais eram reboques. Em alguns registros a idade do condutor constava como zero. Foi identificado tratar-se de reboque. Em outras situações a idade do condutor não estava preenchida. Foi necessário padronizar as informações registrando o valor -1 para registro não preenchido e o valor 0 quando se tratava de reboque;

e) Todos os dados relativos ao referenciamento corrigidos na tabela de acidentes também foram corrigidos nesta tabela;

Quadro 6 - Conteúdo dos campos dos registros de veículos

NOME DO CAMPO	CONTEÚDO
NUACIDENTE	Número sequencial do acidente gerado quando da retirada dos dados. Não faz parte do sistema ACT
CDPOSTOROD	Identificação do Posto de Polícia Militar Rodoviária
NUANO	Ano da ocorrência do acidente
DTACIDENTE	Data do acidente - dia, mês e ano
NUBOLETIM	Número do boletim de ocorrência
NUVEICULO	Número de ordem do veículo envolvido no acidente
NUANOVEICU	Ano de fabricação do veículo
DETIPOVEIC	Tipo do veículo (Automóvel, Bicicleta, Caminhão, Motocicleta e motoneta, Ônibus, Outros)
DTEXPEDICA	Data de expedição da carteira de habilitação do condutor
FLSEXOCOND	Sexo do condutor do veículo
VLTEOR	Valor do teor alcoólico
CDESTCIVIL	Estado civil do condutor
SGUFCOND	Sigla da unidade da federação onde reside o condutor
SGUFVEICUL	Sigla da unidade da federação onde está licenciado o veículo
DECORVEIC	Cor do veículo
DECATEGHAB	Categoria de habilitação do condutor
DENACCOND	Nacionalidade do condutor
NMPAISVEIC	País de origem do veículo

3.4 DADOS DE TRÁFEGO

Foram utilizados os dados de tráfego da série histórica dos Volumes Médios Diários Anuais (VMDA) dos segmentos homogêneos rodoviários do Estado de Santa Catarina, dispo-

nibilizados pelo DEINFRA e obtidos através de contadores automáticos com tecnologia de microondas e laço indutivo. Os contadores automáticos registram a hora, minutos e segundos da passagem de cada veículo, seu comprimento e sua velocidade.

Todos esses dados foram analisados e tratados pelo sistema de Gestão de Dados de Tráfego (GDT). Através desse sistema foram gerados os relatórios de Volumes Médios Diários e Horários Anuais por segmento rodoviário para obtenção dos VMDA entre os anos de 2004 e 2006.

Destaca-se que para os segmentos rodoviários onde não foram realizadas coletas de dados de tráfego no ano de 2006 foi gerado um relatório com os VMDA estimados para esse ano por segmento rodoviário.

Nesse caso, o GDT estimou os volumes de tráfego usando dados coletados em anos anteriores ou mesmo, para alguns segmentos, dados de tráfego coletados em janeiro de 2007.

Posteriormente, os relatórios foram exportados para uma planilha eletrônica, onde foram reunidas todas as informações anuais de 2004, 2005 e 2006. Nessa planilha foram excluídos os dados das velocidades, pois não eram de interesse no momento e inseridas novas colunas para inserção dos dados estimados para os anos de 2002 e 2003, pois para esses anos não existem dados coletados.

Finalmente, para todos os segmentos rodoviários de 2002 e 2003 e para aqueles de 2004 e 2005 que não possuíam dados de tráfego coletados, foram estimados os VMDA, com base nos dados de 2006.

A taxa de crescimento anual, considerada para o período 2002-2006, foi de 4%, em veículos/dia (vpd) e de 3% em unidades de carro de passeio (ucp). Para apresentação neste trabalho foi utilizado o VMDA médio entre os anos de 2002 e 2005.

3.5 CRITÉRIOS ADOTADOS PARA A ANÁLISE

Conforme já exposto o banco de dados do DEINFRA possui um grande número de variáveis, que associadas ao SIG desenvolvido permitem uma grande variedade de resultados e análises possíveis.

De acordo com o que apresenta a bibliografia nacional e internacional sobre segurança viária, o número de acidentes em uma rodovia é proporcional ao volume de tráfego que

circula na mesma. Deste modo seria natural se trabalhar com a taxa de acidentes que é a razão entre o número de acidentes e o volume médio diário da rodovia.

Esta taxa foi calculada em paralelo, de acordo com a Equação 01:

$$\text{Taxa de acidentes} = \frac{\text{quantidade total de acidentes no segmento}}{\text{VMDA no segmento}} \quad \text{Eq. 01}$$

Entretanto, neste trabalho não se utilizou esta informação na análise, mas que pode ser aproveitada em análises de estudos futuros ou continuação do estudo ora em desenvolvimento.

Optou-se por identificar os trechos com maior quantidade de acidentes como aqueles que receberiam tratamento prioritário e decidiu-se, então, segmentar a rede rodoviária. Esta foi dividida em 3.145 segmentos de 1 quilômetro (ou menos no caso de trechos que não possuem quilômetro inteiro) e todos os acidentes foram totalizados dentro destes segmentos.

A Tabela 4 mostra um exemplo da segmentação executada de parte da rodovia SC-401, no trecho Canasvieiras – Entroncamento SC-404 (Itacorubi). A rodovia é patrulhada pela PMRv desde o quilômetro 0 até o quilômetro 19,970.

O primeiro segmento está entre os quilômetros 0 e 1, o segundo segmento inicia no quilômetro 1,001 e termina no quilômetro 2,000 e assim por diante. O início de um segmento deve ser diferente do final do segmento anterior para que o software utilizado não registre as quantidades de acidentes duas vezes.

Optou-se em utilizar a diferença de 1 metro, pois é a precisão máxima de registro dos acidentes. A maioria dos acidentes é registrada com a precisão de uma casa decimal e em muitos casos se utiliza duas casas. São pouquíssimos os acidentes registrados com o uso de três casas decimais.

Observa-se que o último segmento do trecho que serve como exemplo não termina em quilômetro inteiro, pois o ponto onde se encerra a fiscalização da PMRv está sobre o quilômetro 19,970.

Também foi inserido um campo denominado código do segmento (atribuído aleatoriamente pelo editor SQL quando da retirada dos dados do sistema ACT) a fim de possibilitar todas as pesquisas e operações pelo software ArcGIS.

Os nomes dos trechos rodoviários utilizados foram extraídos do sistema ACT.

Tabela 4 - Segmentação da rodovia SC-401, trecho Canasvieiras – Entroncamento SC-404

Sigla	Trecho	Km Início	Km Fim	Código do Segmento
SC401	Canasvieiras - Entroncamento SC-403 (p/ Ingleses)	0,000	1,000	1.879
SC401	Canasvieiras - Entroncamento SC-403 (p/ Ingleses)	1,001	2,000	2.068
SC401	Entroncamento SC-403 (p/ Ingleses) - Entroncamento SC-402 (p/ Jurerê)	2,001	3,000	1.752
SC401	Entroncamento SC-403 (p/ Ingleses) - Entroncamento SC-402 (p/ Jurerê)	3,001	4,000	1.695
SC401	Entroncamento SC-403 (p/ Ingleses) - Entroncamento SC-402 (p/ Jurerê)	4,001	5,000	2.742
SC401	Entroncamento SC-403 (p/ Ingleses) - Entroncamento SC-402 (p/ Jurerê)	5,001	6,000	189
SC401	Entroncamento SC-403 (p/ Ingleses) - Entroncamento SC-402 (p/ Jurerê)	6,001	7,000	620
SC401	Entroncamento SC-402 (Jurerê) - Acesso Sambaqui	7,001	8,000	2.958
SC401	Entroncamento SC-402 (Jurerê) - Acesso Sambaqui	8,001	9,000	375
SC401	Entroncamento SC-402 (Jurerê) - Acesso Sambaqui	9,001	10,000	427
SC401	Entroncamento SC-402 (Jurerê) - Acesso Sambaqui	10,001	11,000	3.243
SC401	Acesso p/ Sambaqui - Entroncamento SC-404 (Itacorubi)	11,001	12,000	3.444
SC401	Acesso p/ Sambaqui - Entroncamento SC-404 (Itacorubi)	12,001	13,000	2.072
SC401	Acesso p/ Sambaqui - Entroncamento SC-404 (Itacorubi)	13,001	14,000	775
SC401	Acesso p/ Sambaqui - Entroncamento SC-404 (Itacorubi)	14,001	15,000	2.151
SC401	Acesso p/ Sambaqui - Entroncamento SC-404 (Itacorubi)	15,001	16,000	268
SC401	Acesso p/ Sambaqui - Entroncamento SC-404 (Itacorubi)	16,001	17,000	2.468
SC401	Acesso p/ Sambaqui - Entroncamento SC-404 (Itacorubi)	17,001	18,000	3.611
SC401	Acesso p/ Sambaqui - Entroncamento SC-404 (Itacorubi)	18,001	19,000	831
SC401	Acesso p/ Sambaqui - Entroncamento SC-404 (Itacorubi)	19,001	19,970	26

A Tabela 5 mostra um exemplo da segmentação feita na rodovia SC-301 onde o trecho patrulhado não inicia e nem termina em quilômetro inteiro.

O primeiro segmento inicia no quilômetro 43,686 e termina no quilômetro 44,000. O último segmento deste trecho começa no quilômetro 51,001 e termina no quilômetro 51,100.

Tabela 5 - Segmentação da rodovia SC-301, trecho Entroncamento BR-280 – Joinville

Sigla	Trecho	Km Início	Km Fim	Código do Segmento
SC301	Entroncamento BR-280 - Joinville (Acesso Sul)	43,686	44,000	1.029
SC301	Entroncamento BR-280 - Joinville (Acesso Sul)	44,001	45,000	2.402
SC301	Entroncamento BR-280 - Joinville (Acesso Sul)	45,001	46,000	768
SC301	Entroncamento BR-280 - Joinville (Acesso Sul)	46,001	47,000	535
SC301	Entroncamento BR-280 - Joinville (Acesso Sul)	47,001	48,000	701
SC301	Entroncamento BR-280 - Joinville (Acesso Sul)	48,001	49,000	3.255
SC301	Entroncamento BR-280 - Joinville (Acesso Sul)	49,001	50,000	3.139
SC301	Entroncamento BR-280 - Joinville (Acesso Sul)	50,001	51,000	1.022
SC301	Entroncamento BR-280 - Joinville (Acesso Sul)	51,001	51,100	3.913

As análises foram feitas a partir da segmentação dos trechos escolhidos de forma aleatória entre aqueles cujos valores se enquadram na classe de maior número de acidentes, representada nos mapas temáticos na cor vermelha. Os segmentos que se encontram na Ilha de Santa Catarina são analisadas depois daqueles do restante do Estado.

Além desta consideração realizou-se a separação da quantidade de acidentes em cada segmento por tipo de acidente, levando-se em conta os principais: atropelamentos, abalroamentos, colisões, choques e saídas de pista. Também foi feita a análise de alguns segmentos com maior número de acidentes com morte.

Em adição ao mapa temático obtido diretamente do SIG desenvolvido pelo autor, foi sobreposta uma imagem de satélite da rodovia e seu entorno obtida através do software GoogleEarth. Isto permitiu uma melhor visualização e facilitou a obtenção de conclusões sobre o segmento estudado.

O SIG em questão fornece a primeira indicação dos locais mais problemáticos e a análise que foi realizada de cada segmento ainda é uma fase preliminar e necessita ser aprofundada pelos técnicos do setor, de modo a averiguar “in loco” ou em projeto, os raios de curvas, os limites de velocidade, a velocidade de operação desenvolvida pelos veículos, a geometria das interseções e acessos, etc., sendo útil para a priorização de medidas corretivas a serem adotadas.

4 ANÁLISE E DISTRIBUIÇÃO DOS ACIDENTES

Através do Banco de Dados e do Sistema de Informação Geográfica foram elaboradas análises estatísticas e espaciais em formas de tabelas, gráficos e mapas temáticos.

As análises estatísticas são feitas a partir da quantidade de acidentes e quantidade de vítimas.

Os mapas temáticos se referem à (i) quantidade total de acidentes por segmento rodoviário de até 1 quilômetro, (ii) a quantidade por tipo de acidente por segmento de até 1 quilômetro e (iii) a quantidade de acidentes com morte por segmento rodoviário de até 1 quilômetro.

4.1 ANÁLISES ESTATÍSTICAS

4.1.1 Registro de acidentes

4.1.1.1 Quantidade total de acidentes registrados

Entre os anos de 2002 e 2005 foram analisados 32.360 acidentes de trânsito ocorridos nas rodovias estaduais patrulhadas. Conforme apresentado na Figura 16, mais da metade dos acidentes (57%) não tiveram vítimas. Os acidentes apenas com feridos representaram 40%, os acidentes com morte e feridos 1% e acidentes apenas com morte foram 2%.

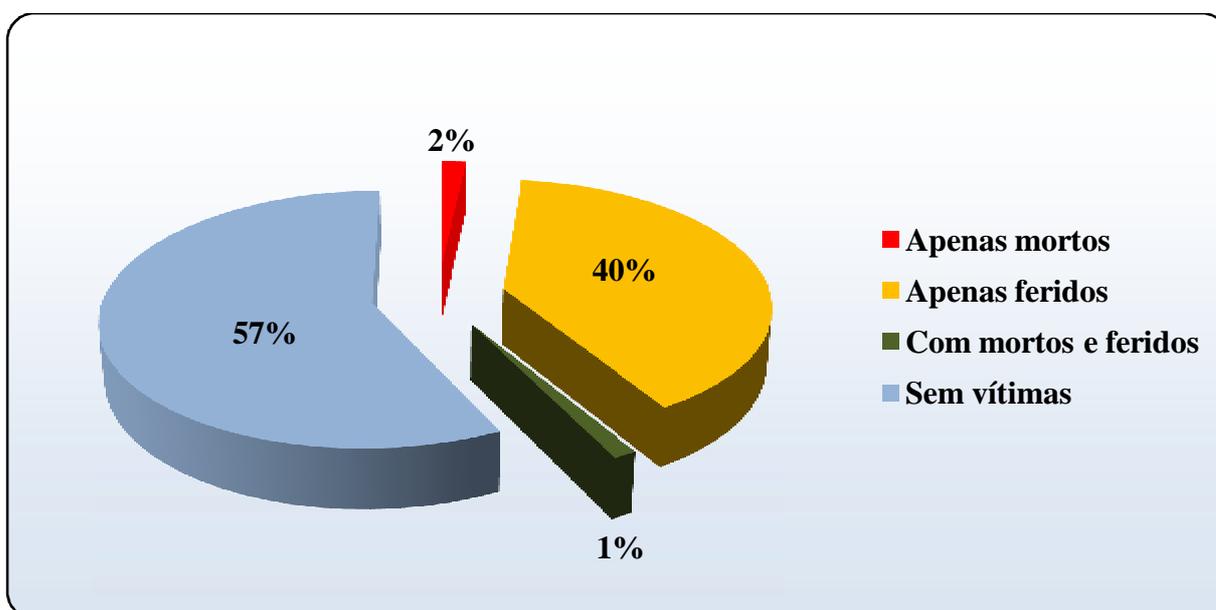


Figura 16 - Percentuais de acidentes de trânsito entre os anos de 2002 e 2005

Portanto, os acidentes com vítimas representaram uma parcela considerável de 43%, ou seja, em 13.803 acidentes aconteceu pelo menos uma morte ou pelo menos uma pessoa envolvida saiu ferida.

4.1.1.2 Evolução da quantidade de acidentes

A Figura 17 mostra a evolução dos acidentes entre os anos de 2002 e 2005. Observa-se um acréscimo no número de acidentes ao longo dos anos, mas com variações diferentes. O crescimento no número de acidentes de 2002 a 2003 foi de 12%. A comparação dos acidentes ocorridos entre os anos de 2003 e 2004 apontam para um crescimento de 25%, o maior entre os quatro anos. Por outro lado, entre os anos de 2004 e 2005 houve um acréscimo de apenas 4%.

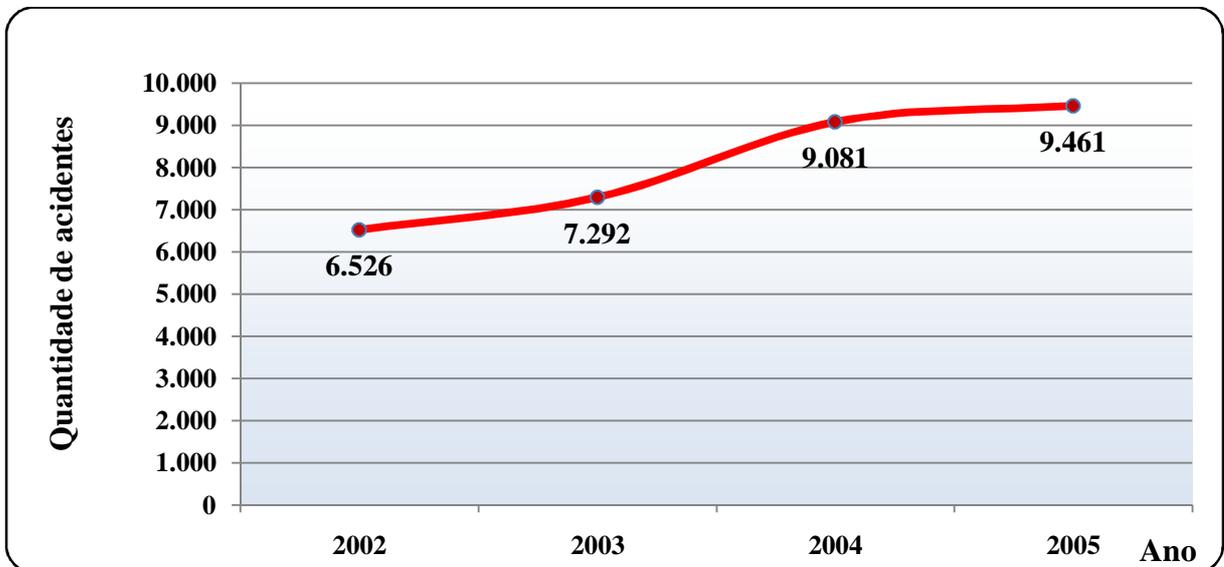


Figura 17 - Evolução da quantidade de acidentes de trânsito entre os anos de 2002 e 2005

4.1.1.3 Evolução da quantidade de acidentes conforme a frota estadual de veículos

Comparando com a frota estadual registrada junto ao Departamento Estadual de Trânsito de Santa Catarina (DETRAN/SC) entre os anos estudados e a quantidade de acidentes registrados nas rodovias estaduais, observa-se através da Figura 18 que o número de acidentes por 10.000 veículos teve um pequeno crescimento entre 2002 e 2003, um crescimento acentuado entre os anos de 2003 e 2004 e uma pequena queda entre os dois últimos anos estudados.

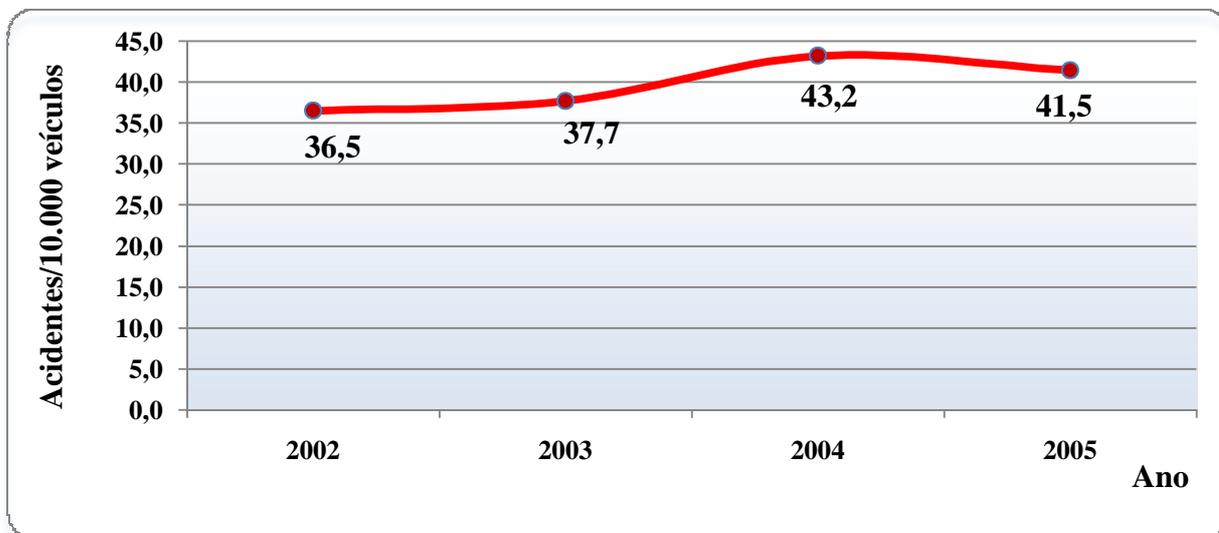


Figura 18 – Quantidade de acidentes de trânsito por 10.000 veículos ocorridos entre os anos de 2002 e 2005

4.1.1.4 Situação das pessoas envolvidas

A Figura 19 apresenta a evolução dos acidentes com morte, com feridos e sem vítimas no período estudado.

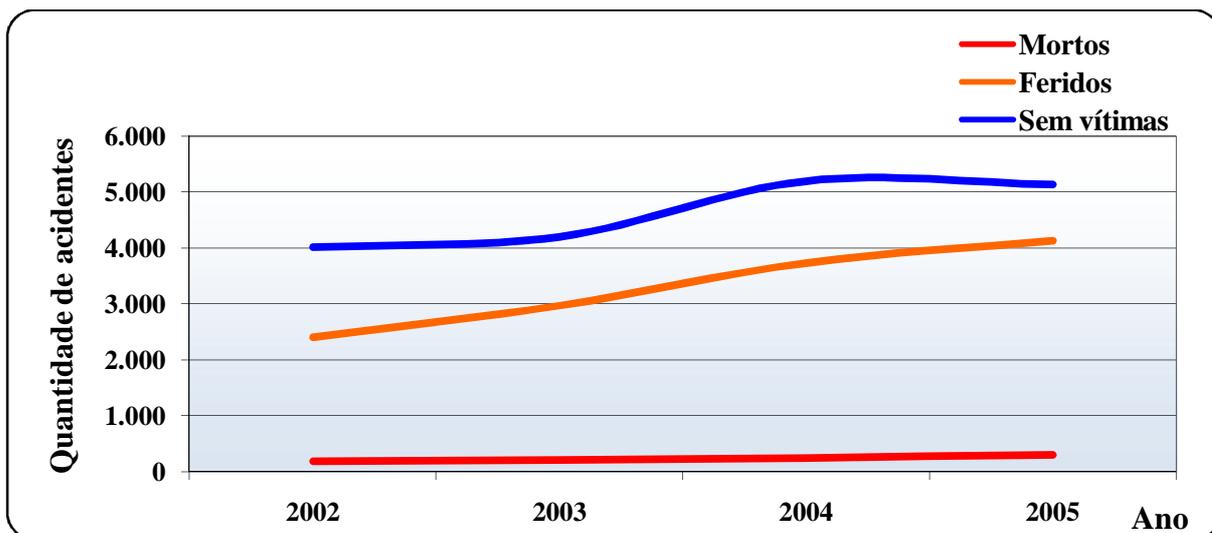


Figura 19 - Evolução da quantidade de acidentes de trânsito segundo a situação das pessoas envolvidas entre os anos de 2002 e 2005

Entre os anos de 2002 e 2003 o número de acidentes sem vítimas teve um pequeno acréscimo (apenas 4%) enquanto que entre 2003 e 2004 houve um acréscimo considerável (23,9%) e acontecendo um decréscimo durante os dois últimos anos (o número de ilesos diminuiu 1,2%).

Os acidentes com feridos tiveram acréscimos semelhantes entre os três primeiros anos (de 2002 para 2003 foi de 23,5% e de 2003 para 2004 foi de 25,7%). Já entre os dois últimos anos estudados acréscimo foi de 10,6%.

No período estudado observou-se uma tendência de aumento no número de acidentes com vítimas enquanto o número de acidentes sem vítimas tende a cair. Concluí-se que a severidade aumenta e os acidentes não representam, em sua maioria, apenas danos materiais.

A Figura 20 destaca as quantidades de acidentes com morte e mostra sua gravidade. Enquanto o número de acidentes com ilesos diminuiu e os acidentes com feridos tiveram um acréscimo menor no último biênio, os acidentes com morte cresceram sistematicamente.

Nos dois primeiros anos houve um acréscimo de 12,2% que passou para 18,4% nos dois anos seguintes e culminou num acréscimo de 21,9% entre 2004 e 2005.

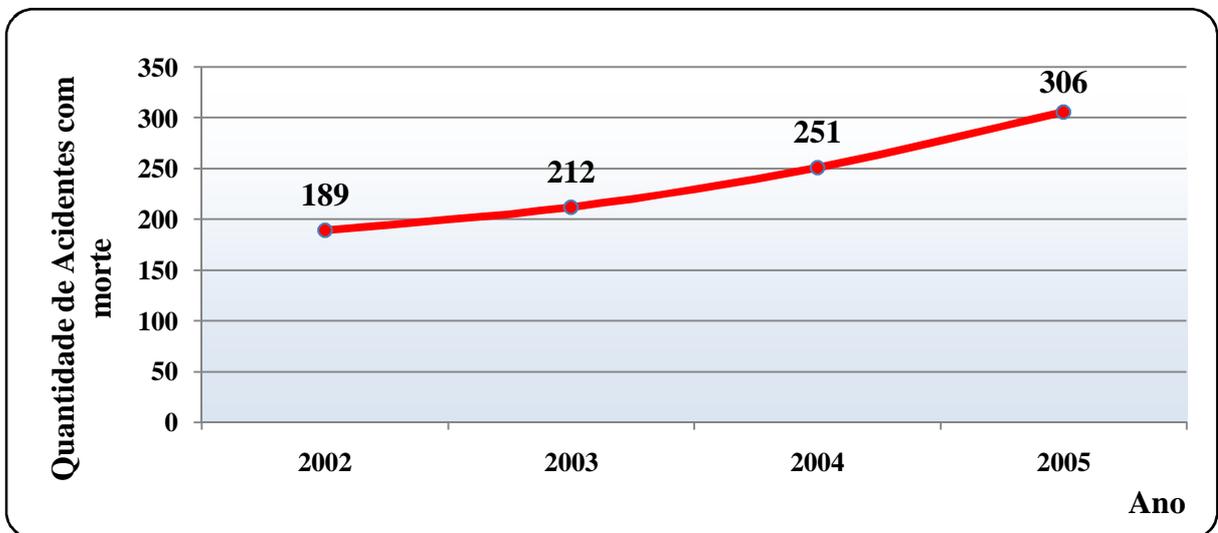


Figura 20 - Evolução da quantidade de acidentes de trânsito com morte entre os anos de 2002 e 2005

4.1.1.5 Acidentes segundo a condição climática

Na análise dos acidentes ocorridos em relação às condições climáticas é possível observar na Figura 21 que 76% dos acidentes aconteceram com tempo bom, 19% em tempo chuvoso, 2% com ocorrência de neblina e 3% foram registrados com outras condições (garoa e neblina, nublado, vento forte, ignorado, fumaça e neblina, nublado com vendaval, etc.)

Cabe ressaltar que as condições climáticas são definidas pelos agentes da Polícia Militar Rodoviária Estadual e não foram comparadas com as condições obtidas pela meteorologia.

Qualquer análise relativa à quantidade de acidentes segundo esta condição deve levar em conta a relação entre os acidentes de trânsito com as precipitações pluviométricas. Trabalho neste sentido foi desenvolvido por Diesel (2005) para as rodovias federais do Estado de Santa Catarina.

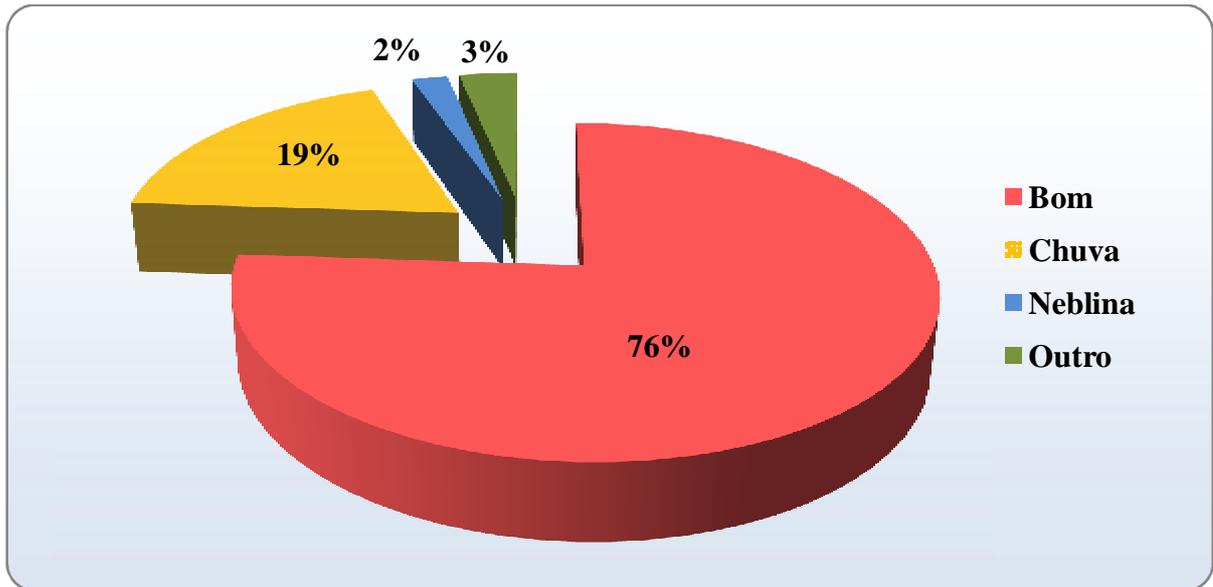


Figura 21 - Percentuais de acidentes de trânsito entre os anos de 2002 e 2005 segundo a condição climática

4.1.1.6 Quantidade de acidentes por tipo de acidente

A Figura 22 mostra que o tipo de acidente que mais ocorreu foi abalroamento, em 33% dos eventos registrados. A seguir, com 23%, vem o tipo colisão, seguido de saída de pista (19%) e choque (14%).

Os atropelamentos de pedestres representaram 3% dos acidentes analisados, o que corresponde a um total de 1.129 atropelamentos. Apesar do número pequeno em relação ao total é uma quantidade considerável e merece uma análise mais apurada.

Acidentes tipo tombamento, capotamento e outros, que no conjunto representaram apenas 8% do total, não são objeto de análise neste trabalho.

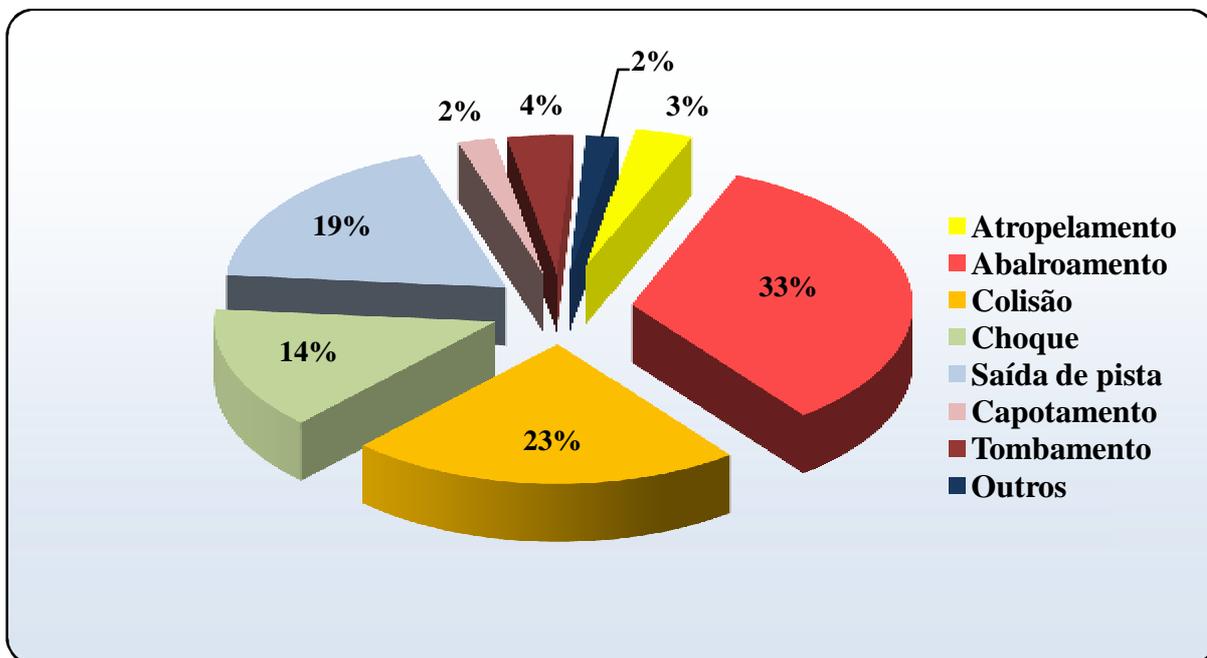


Figura 22 - Percentuais de acidentes de trânsito entre os anos de 2002 e 2005 segundo o tipo de acidente

4.1.2 Registro de vítimas

4.1.2.1 Quantidade total de pessoas envolvidas

A Figura 23 apresenta os percentuais de pessoas envolvidas em acidentes de trânsito no período estudado. Houve o envolvimento de 131.140 pessoas, 84% (109.819) delas saíram sem ferimentos, 15% (20.224) com algum tipo de ferimento e 1% (1.097) das pessoas faleceram no local do acidente.

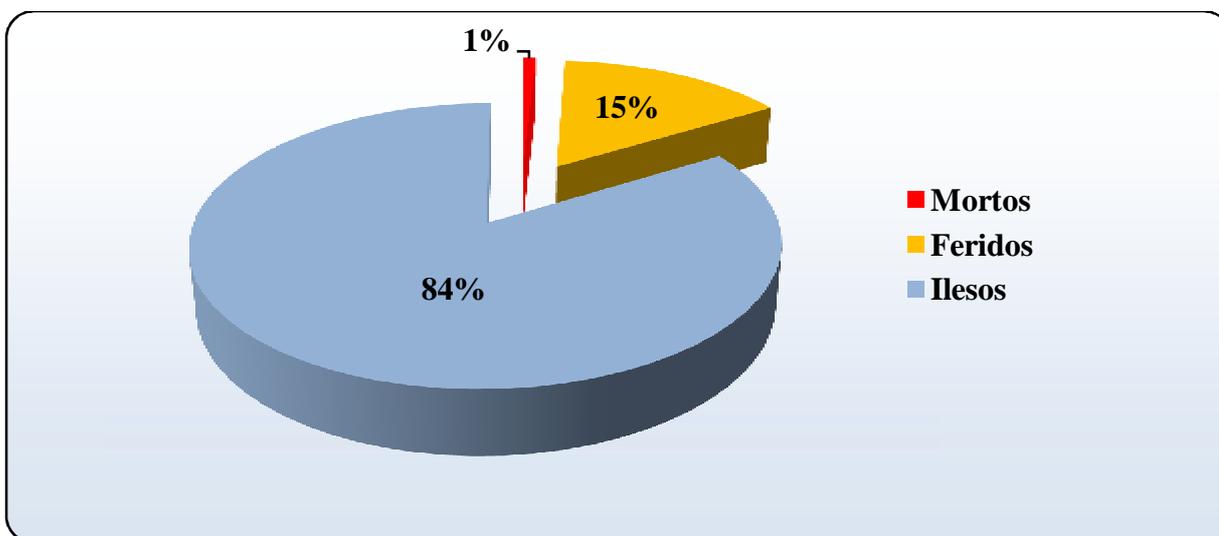


Figura 23 - Percentuais de pessoas envolvidas em acidentes de trânsito entre os anos de 2002 e 2005

A evolução da quantidade de mortos em acidentes ocorridos nas rodovias estaduais, mostrada na Figura 24, aponta para uma elevação substancial no número de mortos. Entre os quatro anos pesquisados houve um acréscimo de 57% na quantidade de vítimas fatais. Entre 2002 e 2005 o acréscimo foi de 15%, entre 2003 e 2004 aumentou para 20%, mantendo-se em patamar semelhante (21%) entre 2004 e 2005. Observa-se nitidamente uma tendência no aumento do número de mortes.

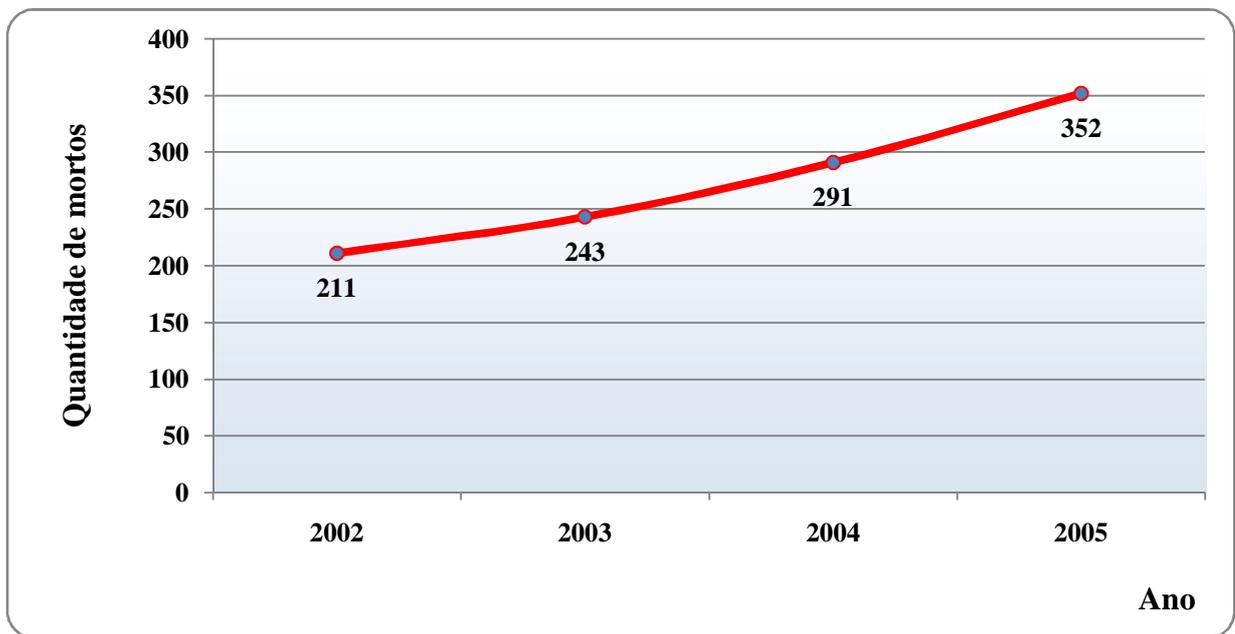


Figura 24 - Quantidade de mortes em acidentes de trânsito entre os anos de 2002 e 2005

4.1.2.2 Quantidade de vítimas segundo a faixa etária

As faixas etárias foram definidas conforme apresentadas pelo DENATRAN (2002), amplamente utilizadas em todas as apresentações de estatísticas de acidentes de trânsito.

A variável faixa etária analisada nas ocorrências de acidentes de trânsito é apresentada na Figura 25 e demonstra que o maior número de vítimas pertence à faixa etária de 18 a 29 anos, representando 45% do total, seguida da faixa etária entre 30 a 59 anos com 38%.

Apesar de não apresentar números tão elevados, destaca-se a quantidade de vítimas de acidentes de trânsito na faixa etária entre 13 e 17 anos que representou 7% da quantidade total.

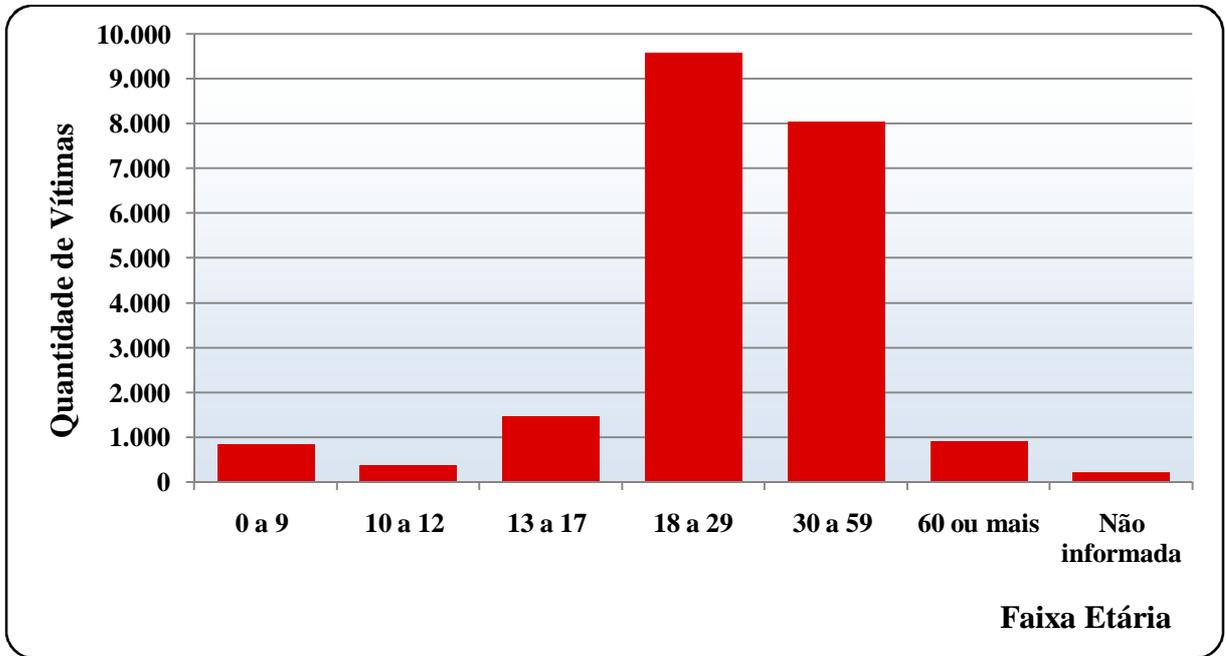


Figura 25 - Quantidade de vítimas de acidentes de trânsito entre os anos de 2002 e 2005 segundo a faixa etária

4.1.2.3 Quantidade de vítimas fatais segundo a faixa etária

A Figura 26 mostra que nas rodovias catarinenses sob jurisdição estadual morreram mais pessoas com idade entre 30 e 59 anos nos quatro anos pesquisados. Nesta faixa etária foram registradas 43% das vítimas fatais. Entre os anos de 2002 e 2003 houve um acréscimo de 11%, entre 2003 e 2004 o acréscimo foi na ordem de 4%, voltando a aumentar entre 2004 e 2005 cujo acréscimo foi de 19%.

A segunda faixa etária que mais registrou mortes situa-se entre 18 e 29 anos, com 37% do total, seguida da faixa etária com 60 anos ou mais que representa 9%.

Na faixa entre 18 e 29 anos houve um acréscimo na quantidade de vítimas de 2002 para 2003 de 27%, de 2003 para 2004 de 15% e de 2004 para 2005 o acréscimo foi de 44%.

A quantidade de vítimas fatais com idade acima de 60 anos teve um decréscimo de 24% entre os anos de 2002 e 2003, entre os anos de 2003 e 2004 teve um acréscimo de 75% e entre 2004 e 2005 o acréscimo foi de 7%.

Cabe destacar que as vítimas fatais com idade inferior a 18 anos tiveram seu número aumentado entre os anos de 2003 e 2004, passando de 21 mortes para 38 mortes (incremento de 81%) e reduzido entre 2004 e 2005 de 38 para 32 mortes (decréscimo de 16%).

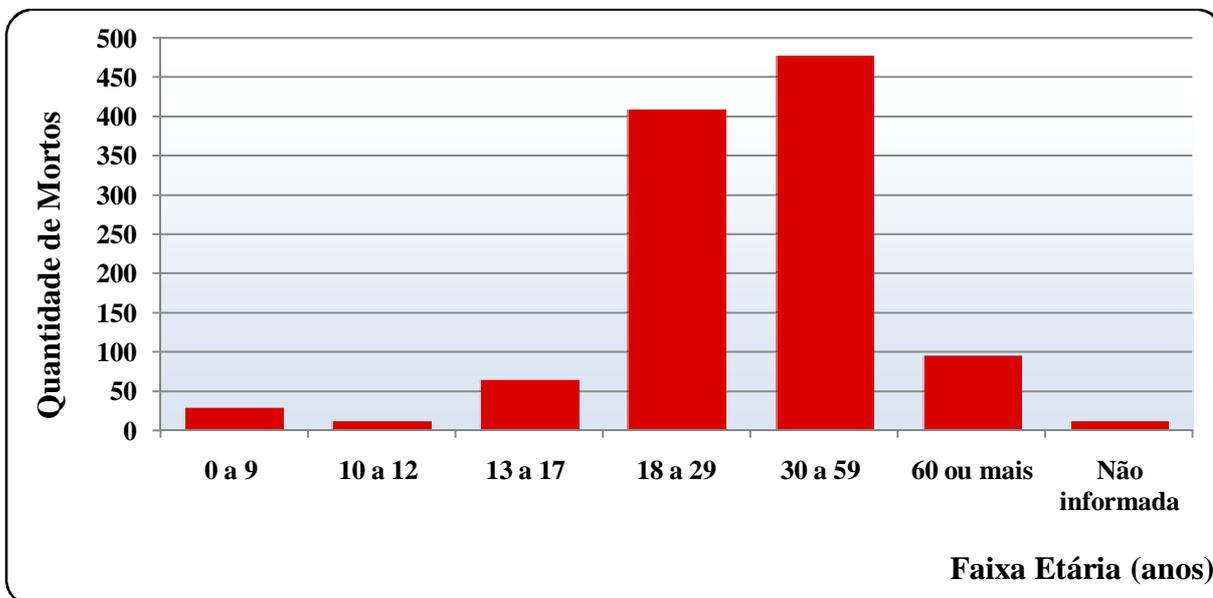


Figura 26 - Quantidade de vítimas fatais de acidentes de trânsito entre os anos de 2002 e 2005 segundo a faixa etária

4.1.2.4 Quantidade de vítimas segundo o tipo de vítima

O gráfico constante da Figura 27 mostra os percentuais conforme o tipo de vítima de acidentes de trânsito. Observa-se que a maioria das vítimas de acidentes de trânsito são condutores (58%). Os passageiros representam 37% e os pedestres 5%. Apesar do pequeno percentual em relação aos demais, o tipo de vítima “pedestre” merece uma análise a parte, pois a presença de pedestres ao longo de uma rodovia implica em medidas de segurança específicas.

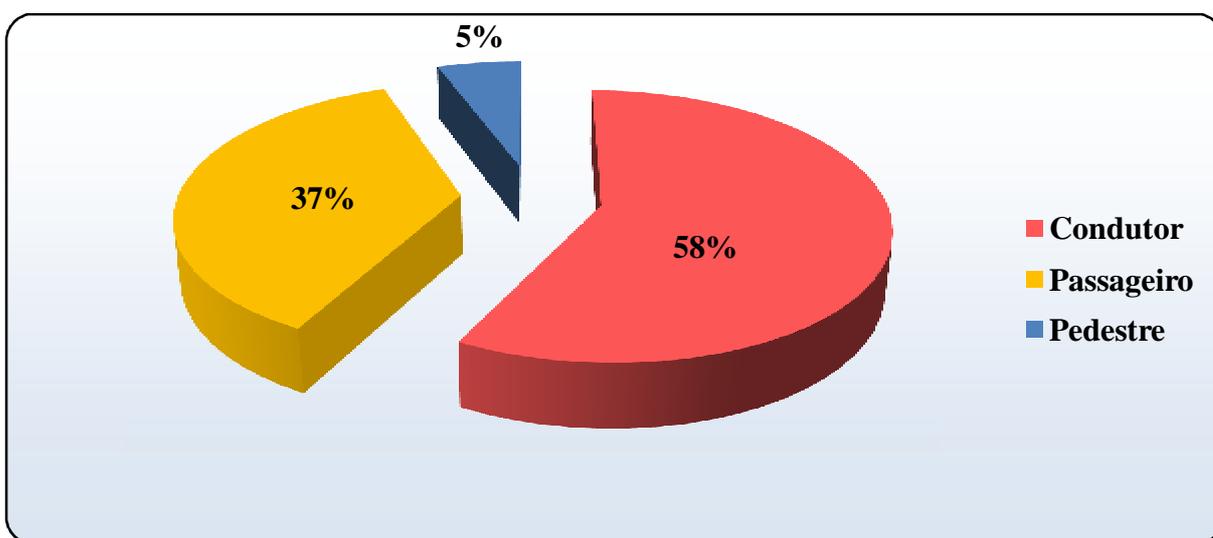


Figura 27 - Percentuais de vítimas de acidentes de trânsito entre os anos de 2002 e 2005 segundo o tipo da vítima

A quantidade de vítimas fatais mostradas na Figura 28, apresenta também o condutor com o maior percentual (59%), seguido do passageiro com 25%. O percentual de pedestres envolvidos em acidentes é de 6%, conforme mostrado anteriormente, mas o percentual de mortes de pedestre é alto, chegando a 15%.

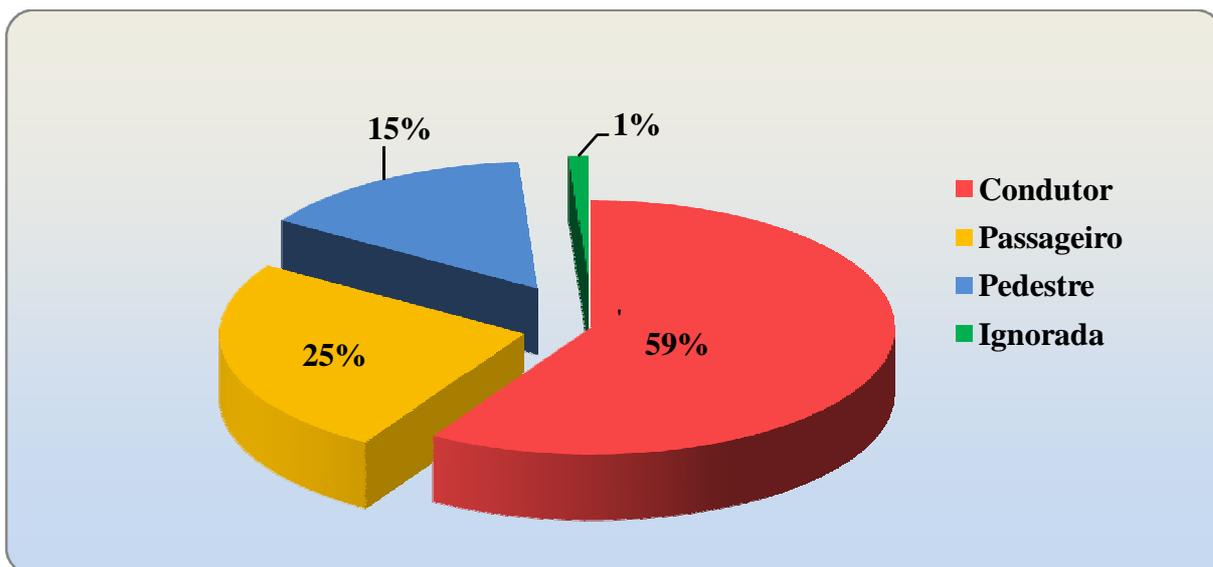


Figura 28 - Percentuais de vítimas fatais de acidentes de trânsito entre os anos de 2002 e 2005 segundo o tipo da vítima

4.1.2.5 Atropelamentos de pedestres

Em relação ao total de vítimas de atropelamentos registrados nas rodovias estaduais patrulhadas entre os anos de 2002 e 2005, 86% ficaram feridos e 14% faleceram no local do acidentes conforme mostrado na Figura 29.

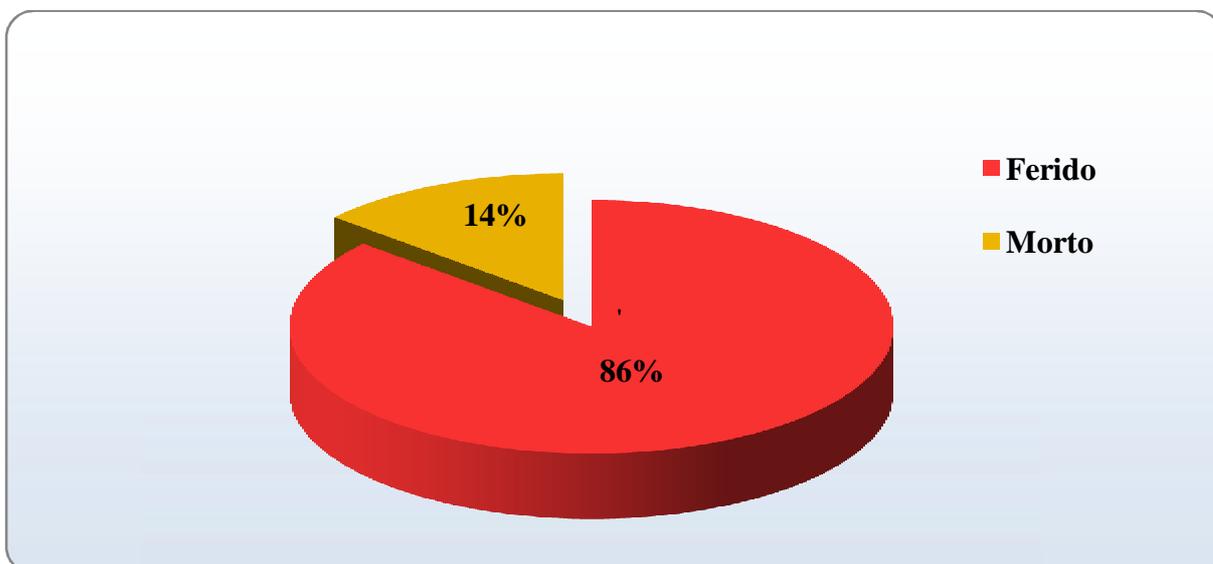


Figura 29 - Percentuais de vítimas de atropelamento de pedestres entre os anos de 2002 e 2005

Observa-se no gráfico da Figura 30 a existência de duas faixas etárias que apresentam quantidade de vítimas fatais acima das demais. As vítimas entre 30 e 59 anos e as vítimas com mais de 60 anos apresentam as maiores quantidades de mortos em atropelamentos nas rodovias.

Das 166 vítimas fatais em consequência de atropelamento, 23% tinham mais de 60 anos e 51% entre 30 e 59 anos. Nota-se, também, que os maiores números de mortes em atropelamentos aconteceram com pedestres acima de 18 anos.

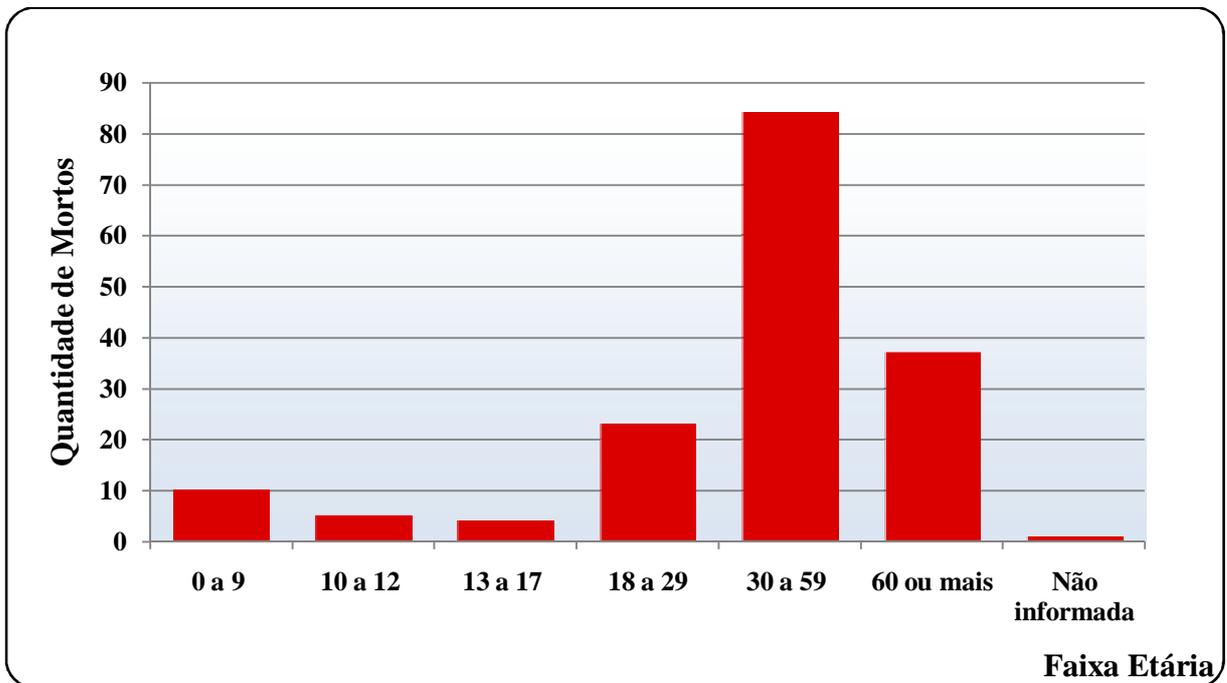


Figura 30 - Quantidade de pedestres mortos em atropelamentos entre os anos de 2002 e 2005

Procedendo a uma análise das quantidades de mortes na faixa etária inferior a 18 anos (19 mortes ou 12% do total) nota-se que os maiores valores se encontram entre 0 e 9 anos, que representam 53% do total de mortes dessa faixa.

Muitos atropelamentos podem ter ocorrido com crianças em idade escolar que, muitas vezes, são obrigadas a transitar ao longo da rodovia e atravessá-la em locais que não possuem os dispositivos que propiciem segurança. Por outro lado muitas escolas estão posicionadas em locais inadequados às margens das rodovias.

Não faz parte do objetivo deste trabalho, mas se observa a necessidade de realizar uma análise mais detalhada dos motivos que levam a este número de mortes identificando os locais críticos ao longo das rodovias estaduais.

4.2 ANÁLISES ESPACIAIS

As análises espaciais que são descritas a seguir foram realizadas através do SIG, desenvolvido pelo autor, com o auxílio das imagens de satélite obtidas através do software GoogleEarth. São apresentados mapas de símbolos lineares nominais, pois a rede viária é uma feição que se desenvolve linearmente no espaço e a diferenciação entre as classes foi feita pela cor e espessura de linha.

Conforme Loch (2006) utilizam-se, de modo geral, de quatro a oito classes, podendo chegar a doze. Acima deste valor se corre o risco de perder o valor do mapa que ficará muito “poluído” ou de difícil interpretação. Devido à quantidade de segmentos rodoviários um número maior de classes dificultaria a visualização e interpretação, portanto neste trabalho se optou em utilizar quatro classes em todos os mapas temáticos apresentados.

Foi utilizado um intervalo entre as classes de acordo com a distribuição da ocorrência de acidentes, a partir do método de aproximação denominado “rupturas naturais” (em inglês “natural breaks”). Este método ajusta os limites das classes de acordo com a distribuição dos dados, identificando pontos de quebra entre as classes utilizando a fórmula estatística que se baseia na variabilidade dos dados (otimização de Jenk), que minimiza a soma da variância dentro de cada uma das classes. Ele encontra agrupamentos e padrões inerentes aos dados, diferenciando áreas entre si.

Todos os acidentes são computados em todas as faixas de rolamento não existindo a separação por sentido de fluxo de tráfego.

Foram escolhidos alguns segmentos de forma aleatória para a elaboração das análises objetivando demonstrar o método utilizado. Nas imagens de satélite apresentadas adiante, os segmentos com maior número de acidentes são assinalados pelo traço vermelho e as quantidades de acidentes em cada ponto são apresentadas por números na cor branca.

4.2.1 Quantidade total de acidentes por segmento rodoviário

A Figura 31 mostra a quantidade total de acidentes de trânsito por segmento rodoviário entre os anos de 2002 e 2005, dividido por classes de acordo com o critério anteriormente apresentado. A Tabela 6 relaciona os segmentos que registraram as maiores quantidades de acidentes e estão assinalados na figura citada na cor vermelha. As cores das demais classes estão de acordo com aquelas que constam nas legendas dos mapas deste trabalho, ou seja, a

segunda classe em quantidade de acidentes está na cor laranja, a terceira na cor azul e a quarta na cor verde.

Tabela 6 - Relação de segmentos rodoviários onde foram registradas as maiores quantidades de acidentes de trânsito

Rodovia	Trecho	Km Início	Km Fim	VMDA	Total de Acidentes
SC401	Entroncamento SC-403 (p/ Ingleses) - Entroncamento SC-402 (p/ Jurerê)	3,00	4,00	24.728	166
SC401	Acesso p/ Sambaqui - Entroncamento SC-404 (Itacorubi)	16,00	17,00	33.143	172
SC401	Acesso p/ Sambaqui - Entroncamento SC-404 (Itacorubi)	17,00	18,00	33.143	178
SC401	Acesso p/ Sambaqui - Entroncamento SC-404 (Itacorubi)	18,00	19,00	33.143	290
SC401	Acesso p/ Sambaqui - Entroncamento SC-404 (Itacorubi)	19,00	19,97	33.143	379
SC401	Costeira do Pirajubaé - Entroncamento SC-405	33,00	34,00	sem contagem	199
SC401	Costeira do Pirajubaé - Entroncamento SC-405	34,00	35,00	sem contagem	299
SC401	Costeira do Pirajubaé - Entroncamento SC-405	35,00	36,00	sem contagem	286
SC403	Ingleses – Entroncamento SC-401	1,00	2,00	20.684	177
SC404	Entroncamento SC-401 (Itacorubi) - Lagoa da Conceição	0,00	1,00	16.700	210
SC404	Entroncamento SC-401 (Itacorubi) - Lagoa da Conceição	1,00	2,00	16.700	234
SC404	Entroncamento SC-401 (Itacorubi) - Lagoa da Conceição	2,00	3,00	21.329	200
SC404	Entroncamento SC-401 (Itacorubi) - Lagoa da Conceição	3,00	4,00	21.329	190
SC404	Entroncamento SC-401 (Itacorubi) - Lagoa da Conceição	5,00	6,00	21.329	225
SC405	Entroncamento SC-401 - Ent. SC-406	0,00	1,00	21.690	259
SC405	Entroncamento SC-401 - Entroncamento SC-406	2,00	3,00	21.690	197
SC405	Entroncamento SC-406 (p/ Rio Tavares) - Acesso a Tapera	3,00	4,00	17.685	190
SC444	Içara – Praia do Rincão	11,00	12,00	10.280	178
SC474	Entroncamento SC-413 (p/ Luiz Alves) - Entroncamento BR-470 (Blumenau)	65,00	66,00	7.467	197

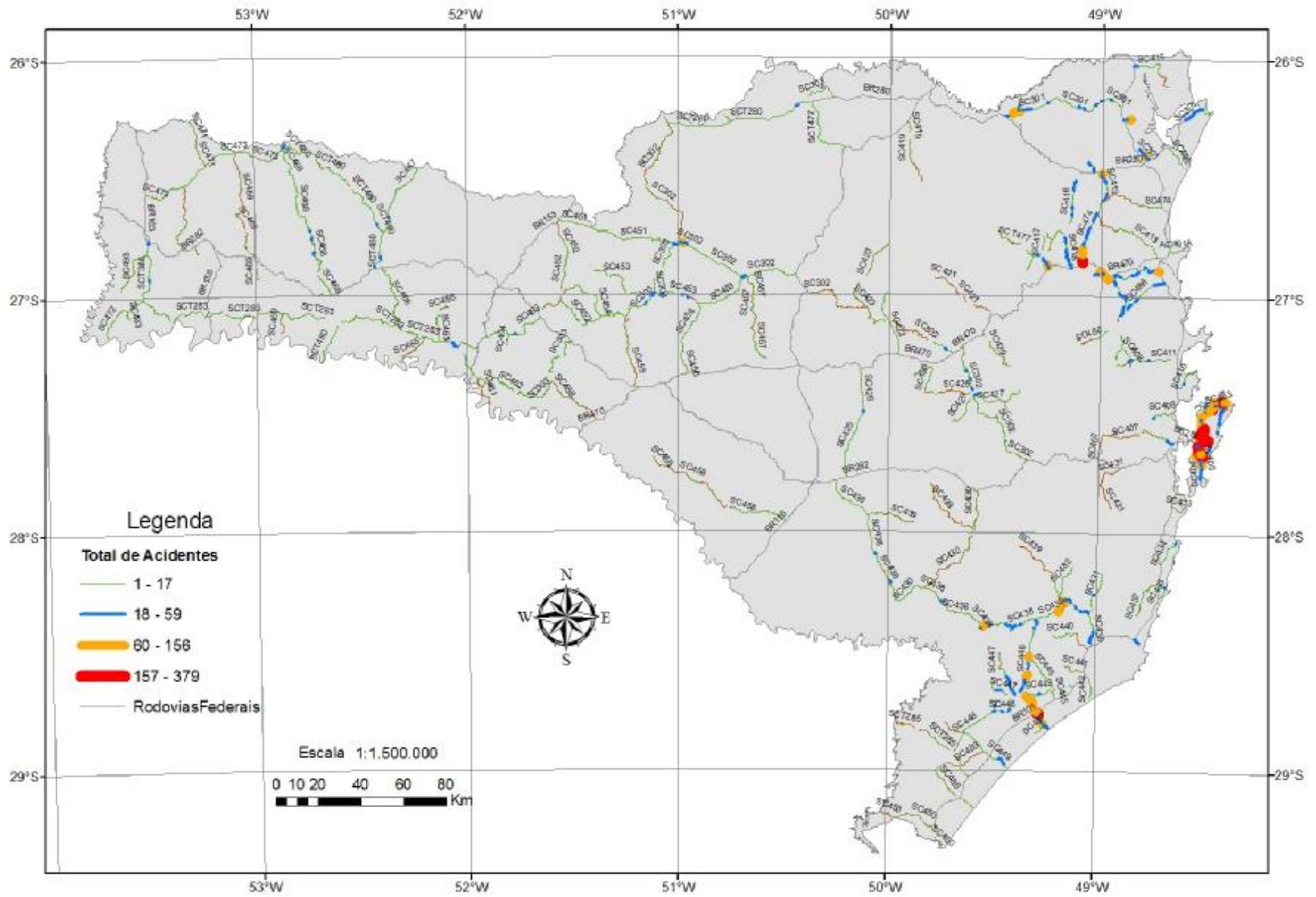


Figura 31 - Quantidade de acidentes de trânsito por segmento entre os anos de 2002 e 2005

Observa-se que os segmentos com grande quantidade de acidentes estão próximos à região litorânea, em áreas mais densamente povoadas. Os segmentos ficam nas regiões norte, no vale do Itajaí (nas proximidades da cidade de Blumenau), no sul do Estado e na Ilha de Santa Catarina.

A Ilha de Santa Catarina concentra a maior quantidade de segmentos onde ocorreram mais de 157 acidentes. Isto se deve ao alto volume de tráfego das rodovias que cortam a Ilha e também à elevada ocupação das margens das rodovias por diversos tipos de estabelecimentos (residenciais, comerciais, de ensino, serviços públicos, etc.) com um trânsito constante de pedestres

Dos dezenove segmentos rodoviários com 157 acidentes ou mais (0,6% do total) apenas dois não se localizam dentro da Ilha de Santa Catarina. São segmentos localizados na rodovia SC-444, trecho Içara – Praia do Rincão e na rodovia SC-474, trecho Entroncamento SC-413 (para Luiz Alves) – Entroncamento BR-470 (Blumenau).

Localizada no sul do Estado a rodovia SC-444 liga as cidades de Criciúma e Içara à BR-101 e ao Balneário do Rincão. Com um VMDA de 10.280 existem 6 segmentos com alto número de acidentes neste trecho.

A Figura 32 mostra o entorno da rodovia e apresenta nas cores vermelho e laranja os segmentos com maior número de acidentes.

Destaca-se o segmento entre os quilômetros 11,0 e 12,0, na cor vermelha, onde ocorreram 178 acidentes, o maior número desta rodovia. Este segmento faz parte da travessia urbana da comunidade de Vila Nova, onde existe um grande trânsito de pedestres e suas margens são ocupadas por residências, estabelecimentos comerciais, postos de combustível e igrejas.

Além disso, este trecho dá acesso a um dos balneários mais movimentados do Estado, na Praia do Rincão, que nas épocas de verão e em muitos finais de semana ao longo do ano, possui um elevado volume de tráfego.

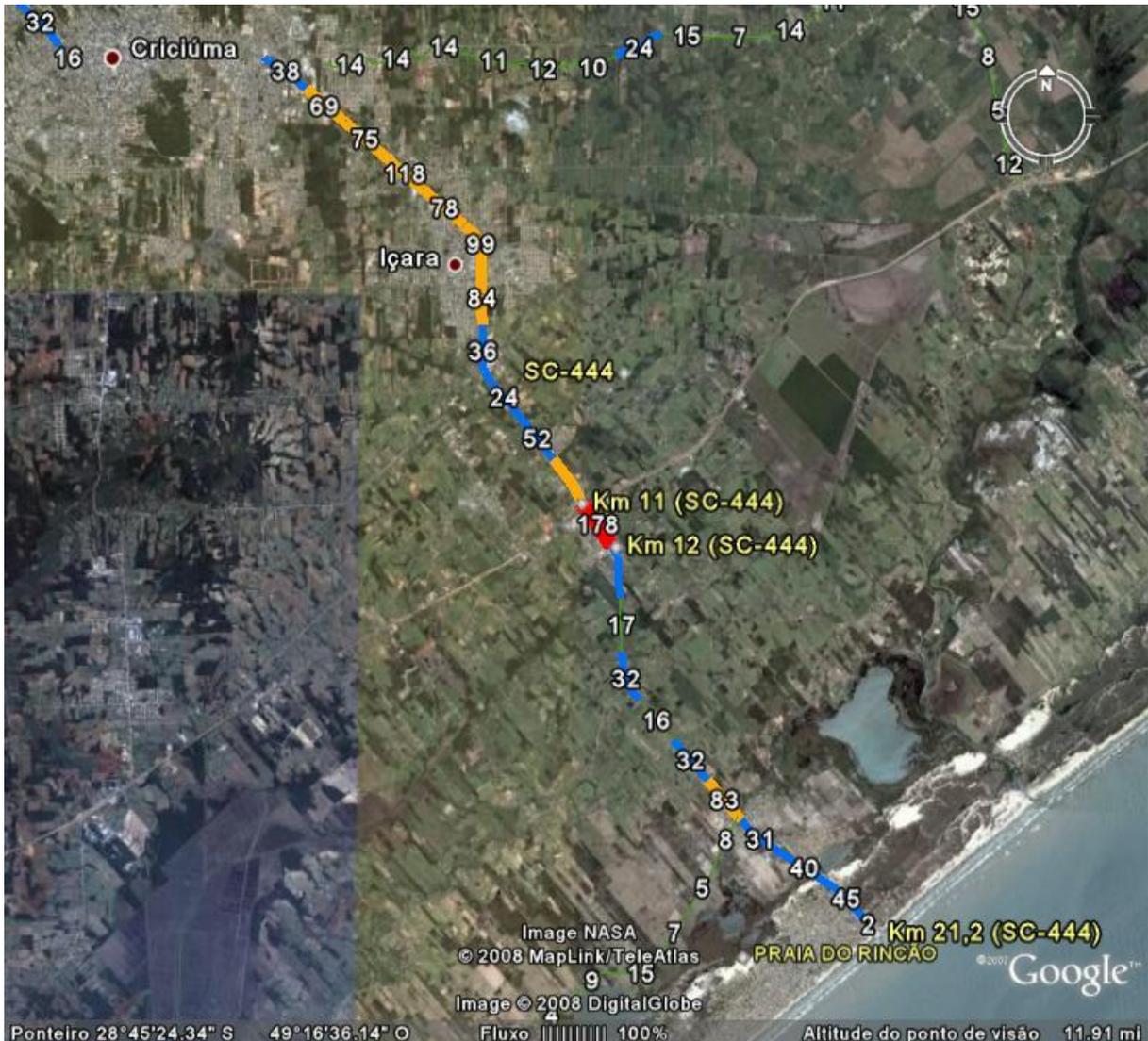


Figura 32 - Imagem de satélite da rodovia SC-444, trecho Criciúma – Praia do Rincão

Fonte: Adaptado do GoogleEarth

Observa-se na Figura 33 a existência de dois pontos de concentração de acidentes: junto à passagem sob a BR-101, nos quilômetros 11,0 (27 acidentes - faz parte do segmento anterior) e no quilômetro 11,05 (28 acidentes). No restante do segmento os acidentes estão distribuídos, mas em quantidades bem menores.

Do total de acidentes registrados 70% foram abaloamentos, o que pode indicar problemas de acesso ao longo da via. Aconteceram 13 atropelamentos que apesar de não resultar em nenhum acidente com morte no local, mostra que o trecho é muito perigoso para o deslocamento de pessoas, principalmente quando há necessidade de atravessar a pista de rolamento.

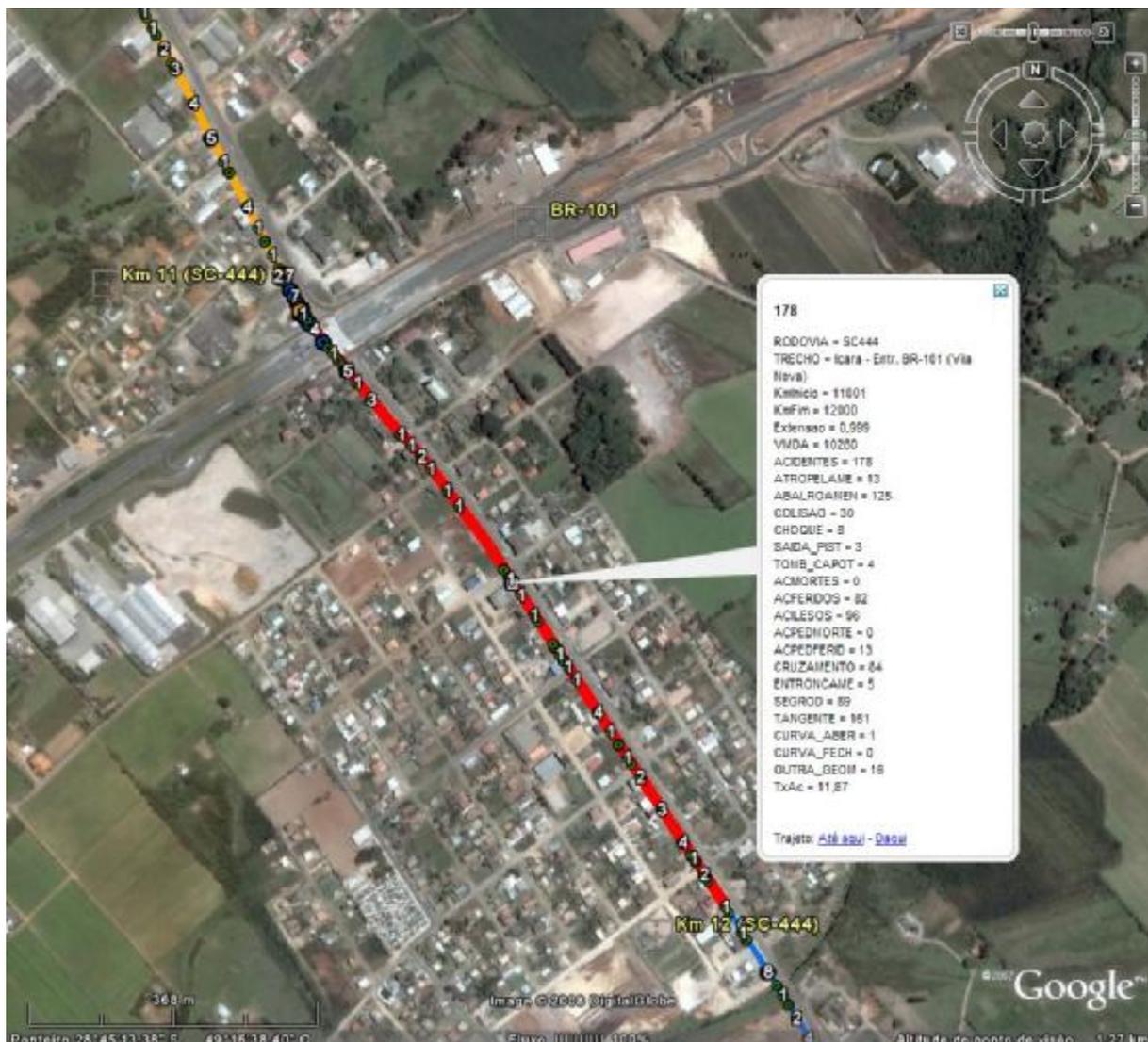


Figura 33 - Imagem de satélite da rodovia SC-444 entre o km 11,0 e km 12,0

Fonte: Adaptado do GoogleEarth

No vale do Itajaí, na cidade de Blumenau, a rodovia SC-474, trecho Massaranduba – Blumenau possui um segmento no qual o número de acidentes é elevado. Este segmento se localiza entre os quilômetros 65,0 e 66,0 e teve 197 registros de acidentes, sendo 101 abalroamentos, 51 colisões e 35 choques. Está inserido em bairro populoso da cidade de Blumenau e faz parte de uma das principais vias de acesso à rodovia federal BR-470 que corta transversalmente o Estado de Santa Catarina do litoral até a divisa com o Estado do Rio Grande do Sul, no planalto serrano. Este trecho da rodovia SC-474 serve como principal ligação entre dois importantes pólos industriais catarinenses, as cidades de Blumenau e Jaraguá do Sul.

Além do tráfego entre os municípios este trecho da rodovia SC-474 é utilizado para deslocamento dos moradores da região, e serve de acesso para indústrias e estabelecimentos comerciais, muitos localizados às margens da rodovia.

A Figura 34 mostra os segmentos, partir do quilômetro 59,0 até o entroncamento com a BR-470, no quilômetro 66,4. Destaca-se neste trecho o segmento entre os quilômetros 65,0 e 66,0 (traço vermelho) com 197 acidentes. Próximo a este segmento, entre os quilômetros 59,0 e 62,0 também foram registrados elevados números de acidentes, sendo que entre os quilômetros 60,0 e 61,0 aconteceram 154 ocorrências. Entre os quilômetros 64,0 e 65,0 ocorreram 110 acidentes e junto ao entroncamento com a BR-470 houve 72 registros.



Figura 34 - Imagem de satélite da rodovia SC-474 entre o km 59,0 e km 66,4

Fonte: Adaptado do GoogleEarth

A Figura 35 mostra mais detalhes do segmento com o maior número de acidentes, localizado entre os quilômetros 65,0 e 66,0. Neste segmento existe uma concentração de registro de ocorrências no quilômetro 66,0. Também nos quilômetros 65,1, 65,2 e 65,4 houve uma pequena concentração (10, 12 e 13 acidentes, respectivamente). Apesar de existir uma

razoável concentração em um ponto todo o segmento deve ser mais bem analisado, bem como o segmento anterior e os posteriores, até a rodovia BR-470.

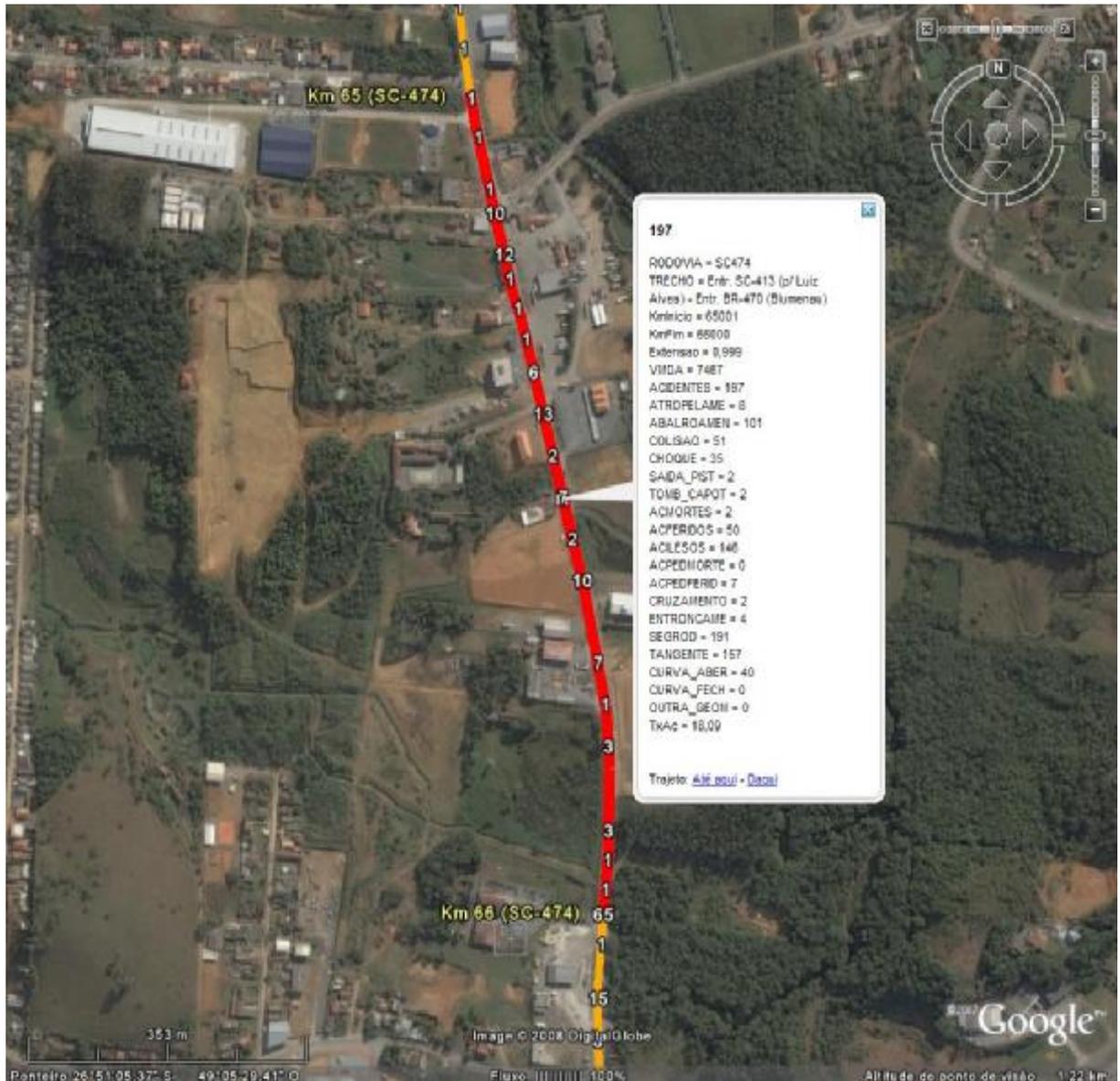


Figura 35 - Imagem de satélite da rodovia SC-474 entre o km 65,0 e km 66,0

Fonte: Adaptado do GoogleEarth

A Ilha de Santa Catarina apresenta segmentos com as maiores quantidades de acidentes em todo o Estado. Observa-se na Figura 36 a distribuição de acidentes na Ilha, destacando-se os segmentos em vermelho, onde ocorreram as maiores quantidades. Os segmentos de rodovia que apresentam números de acidentes acima de 150 estão localizados nas rodovias SC-401, SC-403 e SC-404.

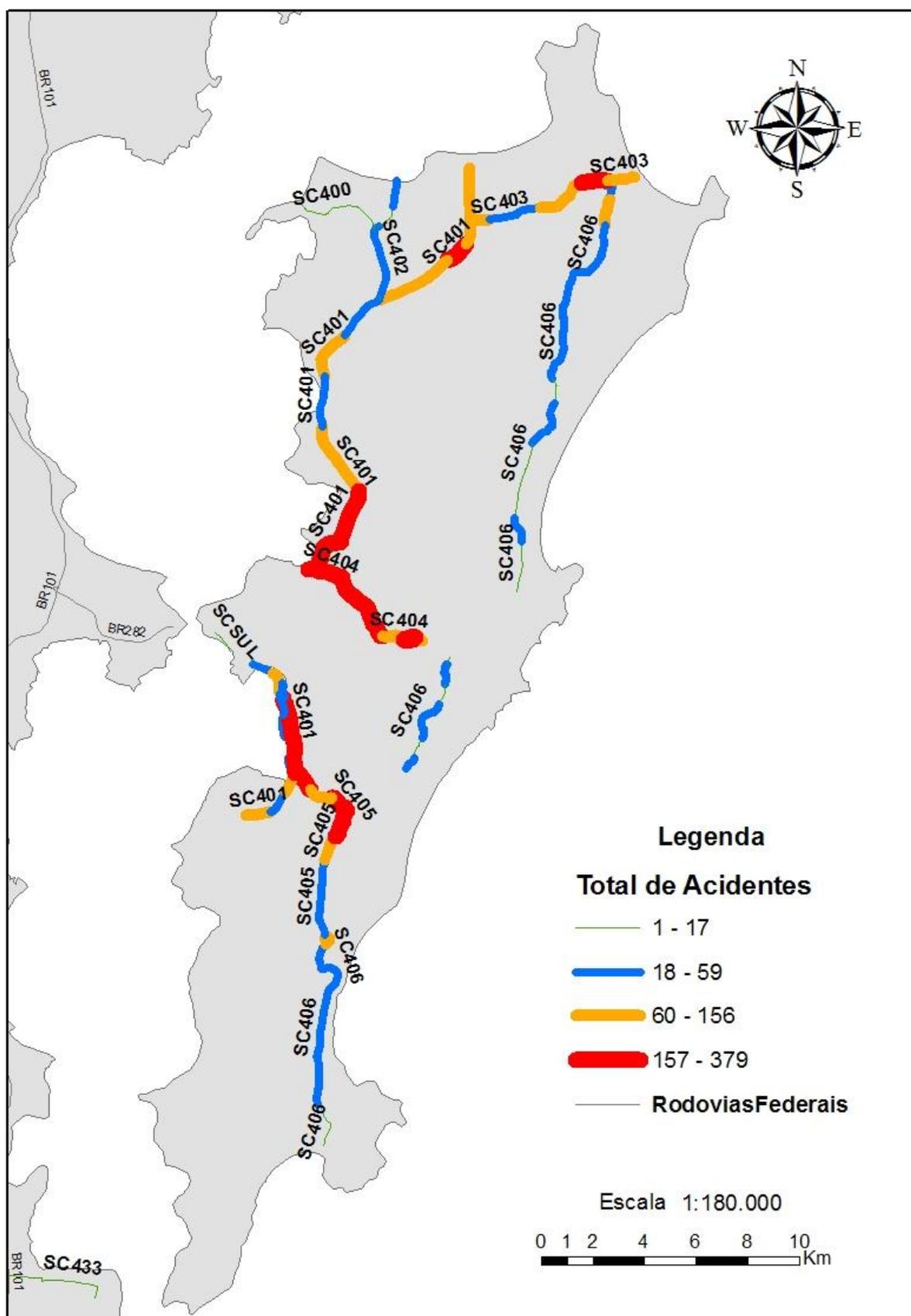


Figura 36 - Quantidade de acidentes por segmento entre os anos de 2002 e 2005 na Ilha de Santa Catarina

A rodovia SC-401 se estende ao longo da Ilha, no sentido norte - sul. A parte compreendida entre o quilômetro 0,0 no balneário de Canasvieiras e o quilômetro 19,97, junto à interseção com a rodovia SC-404 ao lado do Cemitério do Itacorubi, constitui-se o que popularmente se chama de SC-401 - parte norte. É o trecho de rodovia sob jurisdição estadual com maior volume de tráfego (VMDA entre 24.000 e 33.000 veículos).

Entre o seu início, no quilômetro 0,0 junto à interseção para Ponta das Canas e Cachoeira do Bom Jesus, em Canasvieiras, até o quilômetro 7,0, junto ao entroncamento com a rodovia SC-402 que dá acesso às praias da Daniela e Jurerê, a rodovia se desenvolve em pista simples. Deste local até o quilômetro 19,97, a rodovia é duplicada.

A partir do quilômetro 19,97 até o quilômetro 32,3 o traçado da rodovia coincide com vias municipais e a jurisdição é da Prefeitura de Florianópolis.

Do quilômetro 32,3 em diante a jurisdição passa a ser estadual, se desenvolvendo em pista simples até o Aeroporto Internacional Hercílio Luz, onde termina no quilômetro 39,5, cujo trecho é conhecido como SC-401 – parte Sul.

Em 2005 o trecho desta rodovia do quilômetro 32,3 até o quilômetro 36,0 teve o seu tráfego desviado devido à abertura de um traçado paralelo construído em aterro sobre o mar, na baía sul, conhecido com SCSUL. Desta maneira o tráfego desse trecho passou a ser principalmente local.

A Figura 37 mostra o trecho entre os quilômetros 16,0 e 19,9 que possui o maior VMDA das rodovias estaduais e onde foram registrados números elevados de acidentes.

Observa-se na mesma figura que os valores de acidentes aumentam em direção à interseção com a rodovia SC-404, último segmento da parte norte.

Fica bem definido que o grande número de acidentes neste último segmento ocorreu devido à existência dessa interseção em um só nível.

Adiante será feita uma análise mais detalhada referente aos números de acidentes do segmento e a influência da interseção no fluxo de veículos do segmento.

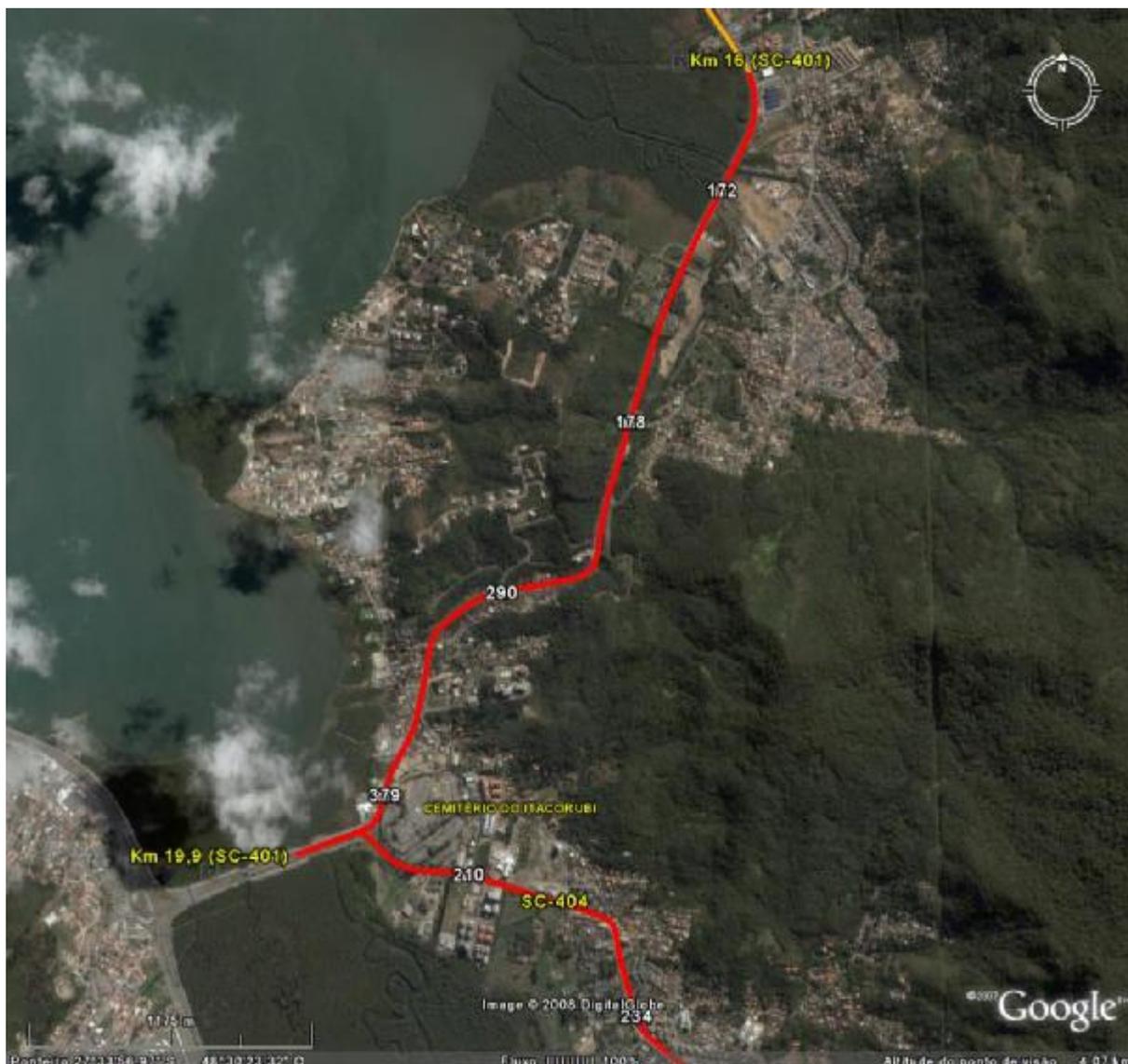


Figura 37 - Imagem de satélite da rodovia SC-401, entre o km 16,0 e km 19,9

Fonte: Adaptado do GoogleEarth

No segmento entre os quilômetros 19,0 e 19,9, mostrado em destaque na Figura 38 foram registrados 379 acidentes, o maior número de acidentes por segmento em todo o Estado.

Os abalroamentos representaram 43% dos acidentes ali ocorridos. A grande quantidade de acidentes e deste tipo de acidente se explica em grande parte pelo acesso da rodovia SC-404 para a rodovia SC-401 através da interseção em um só nível.

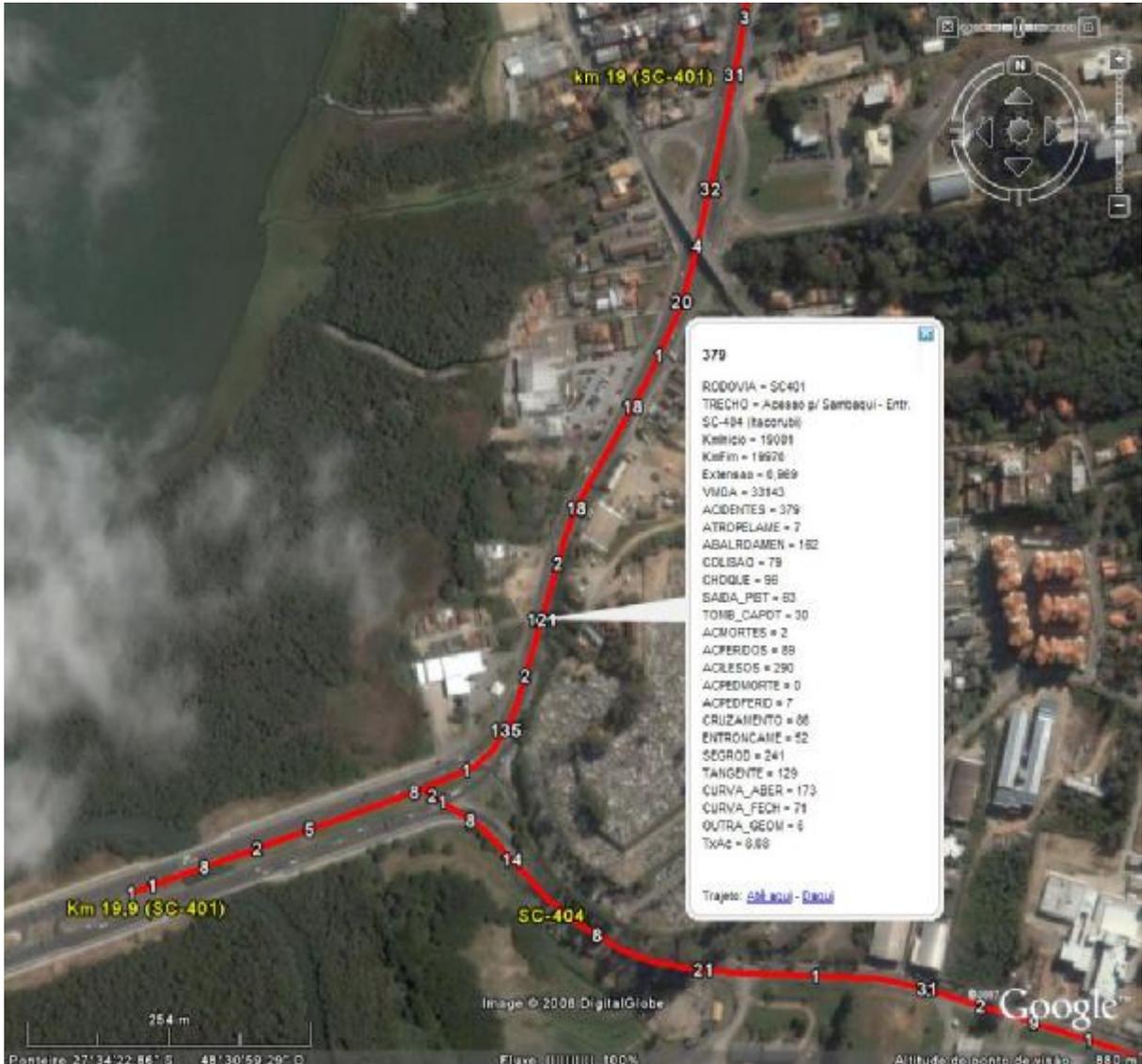


Figura 38 - Imagem de satélite da rodovia SC-401, entre o km 19,0 e km 19,9
Fonte: Adaptado do GoogleEarth

O intenso volume de tráfego nos sentidos conflitantes da interseção fazia com que a brecha para a travessia da rodovia SC-401 fosse muito pequena. A longa espera pela travessia propiciava a impaciência por parte dos motoristas que realizavam uma manobra de travessia arriscada, que em muitas vezes culminava em acidente.

Em setembro de 2007 foi inaugurado um elevador melhorando o acesso da rodovia SC-404 à rodovia SC-401. A Figura 39 ilustra a obra construída.

Com essa obra os conflitos principais foram eliminados, mas restaram os problemas da conversão à esquerda no sentido Canasvieiras – Centro para a realização do acesso da rodovia SC-401 para a rodovia SC-404. Neste ponto a interseção continua em um só nível e não possui uma pista de aceleração. Os veículos são obrigados a cruzar duas faixas de rolamento

para acessarem a rodovia SC-404, manobra esta que devido ao alto volume de tráfego é muito arriscada.

Ainda existe a dificuldade para o tráfego que vem da rodovia SC-404 acessar a rodovia SC-401 em direção à Canasvieiras devido à inexistência de faixa de aceleração adequada, o que gera manobras arriscadas e conseqüentemente o risco de acidentes.

Como o elevado foi construído em 2 faixas de tráfego e na confluência com a rodovia SC-401 desemboca em 1 única faixa, isto poderá ocasionar acidentes nas manobras sobre o viaduto.



Figura 39 - Elevado no cruzamento entre as rodovias SC-401 e SC-404, com vista da rodovia SC-401, sentido Canasvieiras – Centro

Fonte: Autor

A rodovia SC-403, no norte da Ilha, dá acesso ao Distrito de Ingleses do Rio Vermelho. É uma das rodovias mais movimentadas do Estado com VMDA de 20.684. O seu entorno é intensamente ocupado por diversos estabelecimentos comerciais, residenciais e até um estabelecimento escolar.

Atualmente este Distrito é utilizado como moradia por muitas pessoas que tem seus afazeres no centro da cidade de Florianópolis e fazem o trajeto sobre a rodovia SC-403 todos os dias. Além disso, nos finais de semana e durante o período de veraneio a rodovia tem seu tráfego consideravelmente aumentado, devido ao deslocamento também para as praias Brava e Santinho.

A Figura 40 mostra a ocupação das margens da rodovia e destaca no traço em vermelho o segmento entre os quilômetros 1,0 e 2,0 onde aconteceram 177 acidentes.

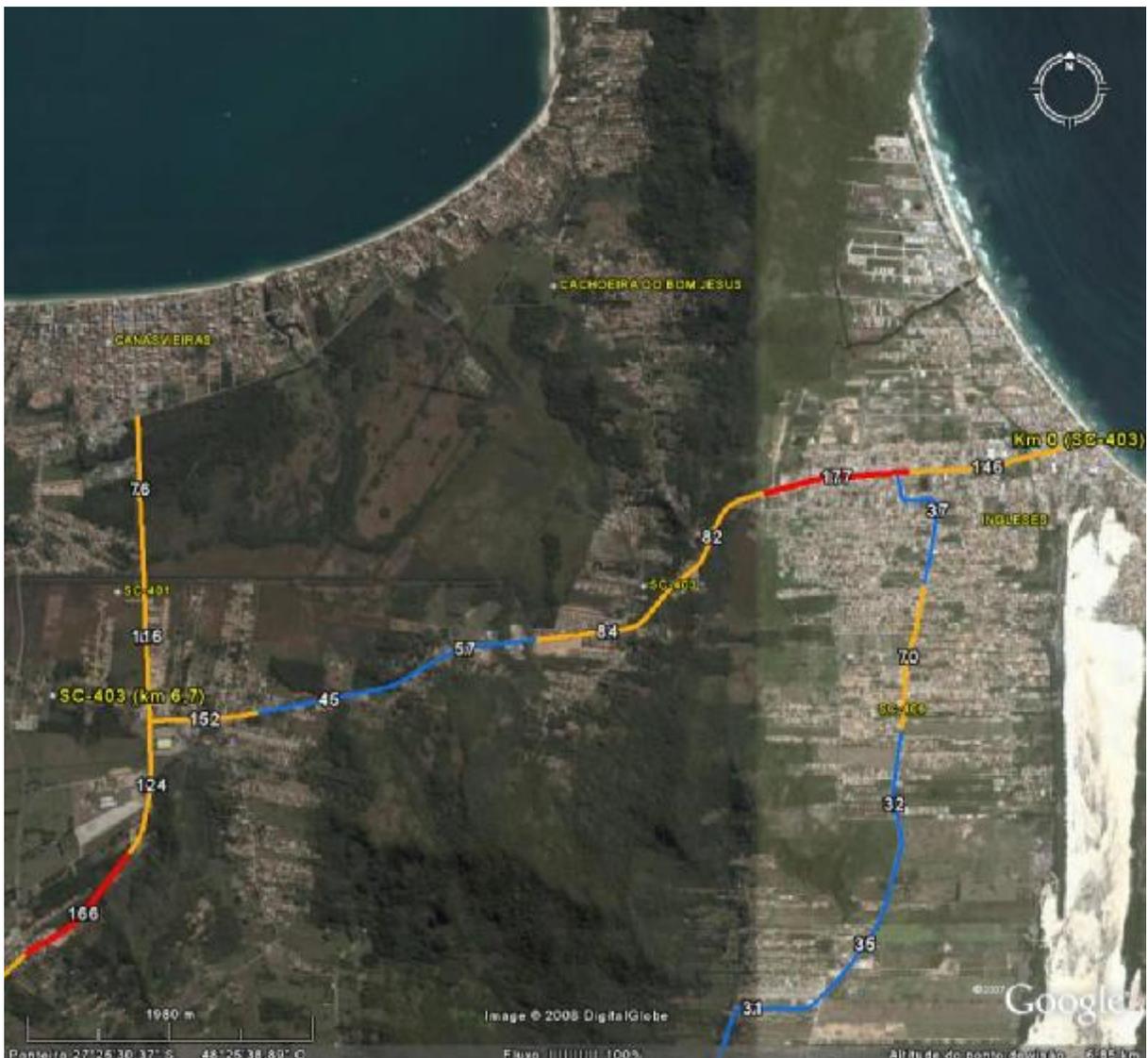


Figura 40 - Imagem de satélite de trecho da rodovia SC-403 entre o km 0,0 e km 6,7

Fonte: Adaptado do GoogleEarth

Este segmento, onde foram registrados 177 acidentes, possui ocupação total das margens da rodovia por diversos tipos de estabelecimentos e cruzamento com várias vias locais. A quantidade de pedestres transitando ao longo do trecho é elevada. O local já não possui

mais as características de rodovia. Assemelha-se a uma avenida de grande movimento (ver Figura 41), onde os acessos de veículos à rodovia é intenso, inclusive com muitas conversões a esquerda.

A Figura 41 também mostra que em três pontos houve uma concentração de acidentes (km 1,1, km 1,4 e km 1,7), mas devido à pequena distância entre os locais e observando a distribuição dos acidentes pode-se afirmar que o segmento é crítico em toda a sua extensão.

Durante o ano de 2007 foi completada a duplicação deste segmento juntamente com um tratamento urbano que envolveu a construção de calçadas e ciclovia visando aumentar a segurança dos usuários desta parte da rodovia.



Figura 41 - Imagem de satélite da rodovia SC-403 entre o km 1,0 e km 2,0

Fonte: Adaptado do GoogleEarth

Na rodovia SC-404, trecho Entroncamento SC-401(Itacorubi) – Lagoa da Conceição, todo em pista simples, aparecem cinco segmentos entre aqueles com maior número.

Quatro se localizam entre os quilômetros 0,0 e 4,0 e o outro segmento está entre os quilômetros 5,0 e 6,0, no local conhecido como Morro da Lagoa, todos com quantidade acima de 200 acidentes, conforme mostrado na Figura 42.

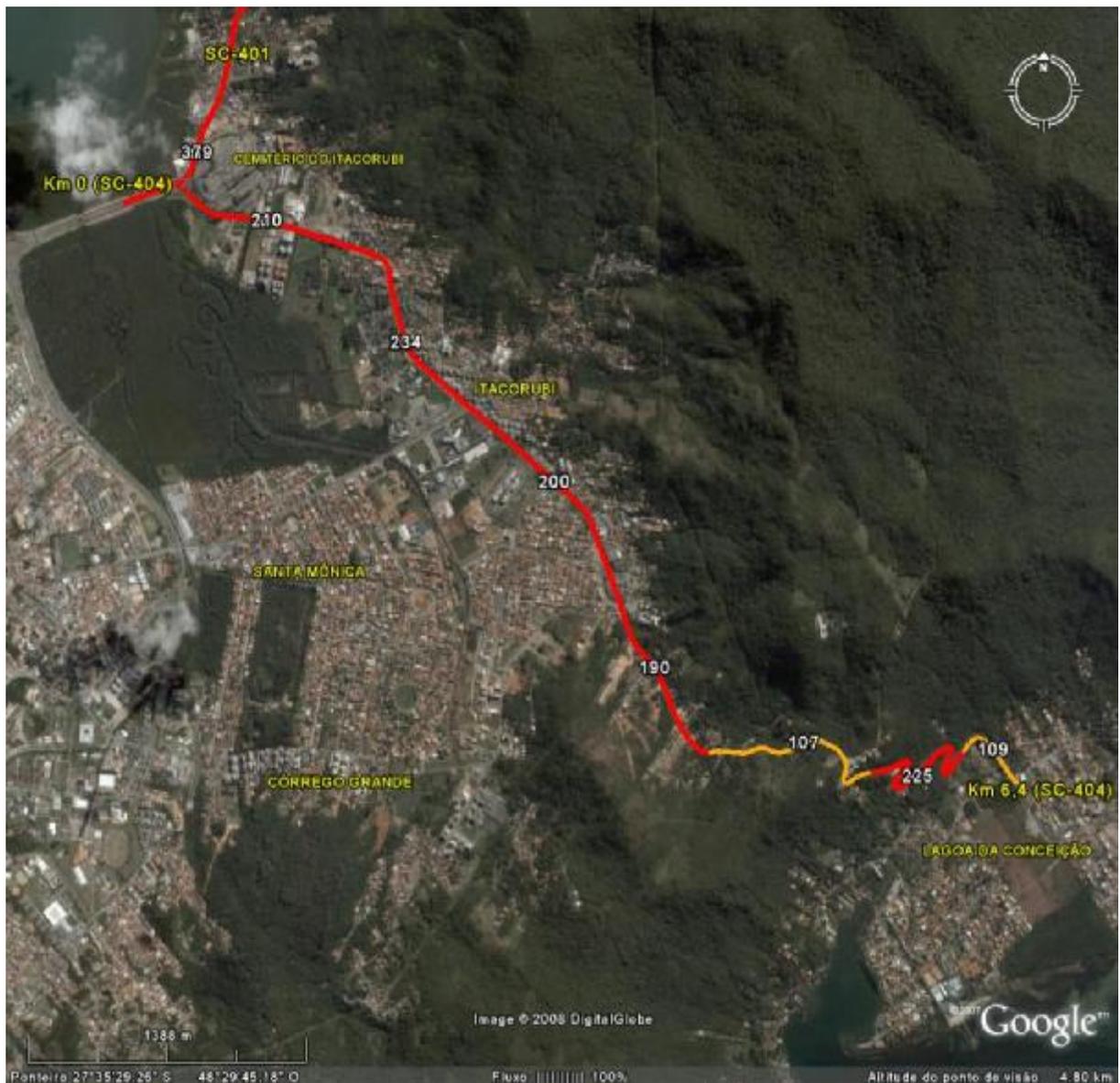


Figura 42 - Imagem de satélite da rodovia SC-404 entre o km 0,0 e km 6,4

Fonte: Adaptado do GoogleEarth

Este trecho rodoviário também tem suas margens densamente povoadas, principalmente nos quatro quilômetros iniciais. É a ligação principal entre o centro da cidade e praias muito movimentadas como a Lagoa da Conceição, Praia Mole, Joaquina e Barra da Lagoa.

Além disso, muitos desses locais já se tornaram densamente povoados, como por exemplo, a Lagoa da Conceição que já adquiriu um aspecto de uma pequena cidade

O trânsito na rodovia é intenso no início da manhã e final de tarde e nos finais de semana. Além disso, na Lagoa da Conceição se localizam muitos bares e restaurantes tradicionais de Florianópolis e muito freqüentados por moradores de outras localidades, principalmente do centro da cidade que utilizam a rodovia SC-404.

O segmento com maior número de acidentes desta rodovia está entre os quilômetros 1,0 e 2,0 onde foram registradas 234 ocorrências com os acidentes do tipo abalroamento totalizando 54%, seguido de colisão com 37%.

Observa-se pela Figura 43 que os acidentes se distribuem em todo o segmento. Há uma grande ocupação das margens da rodovia por estabelecimentos residenciais, comerciais e de prestação de serviços públicos (hospital e universidades).

Uma característica peculiar deste segmento viário é que muitos veículos ficam estacionados muito próximos à pista de rolamento da rodovia e a entrada e saída na via é constante.

São muitos os entroncamentos com vias municipais de tráfego intenso, mas a interseção com a Avenida Madre Benvenuta no quilômetro 1,9 se destaca pelo número de acidentes. Foram registrados neste local 109 acidentes, 47% do total do segmento, sendo 68 abalroamentos e 32 colisões.

É uma interseção em nível onde existe um semáforo para controle do tráfego. Localiza-se junto à interseção supermercado com movimentos de acesso e egresso de veículos de clientes.

No lado oposto ao supermercado se localiza o campus de uma universidade, também com grande movimentação de entrada e saída de veículos, principalmente de alunos e professores.

O VMDA deste segmento é de 16.700 veículos e está entre os maiores das rodovias sob jurisdição estadual.

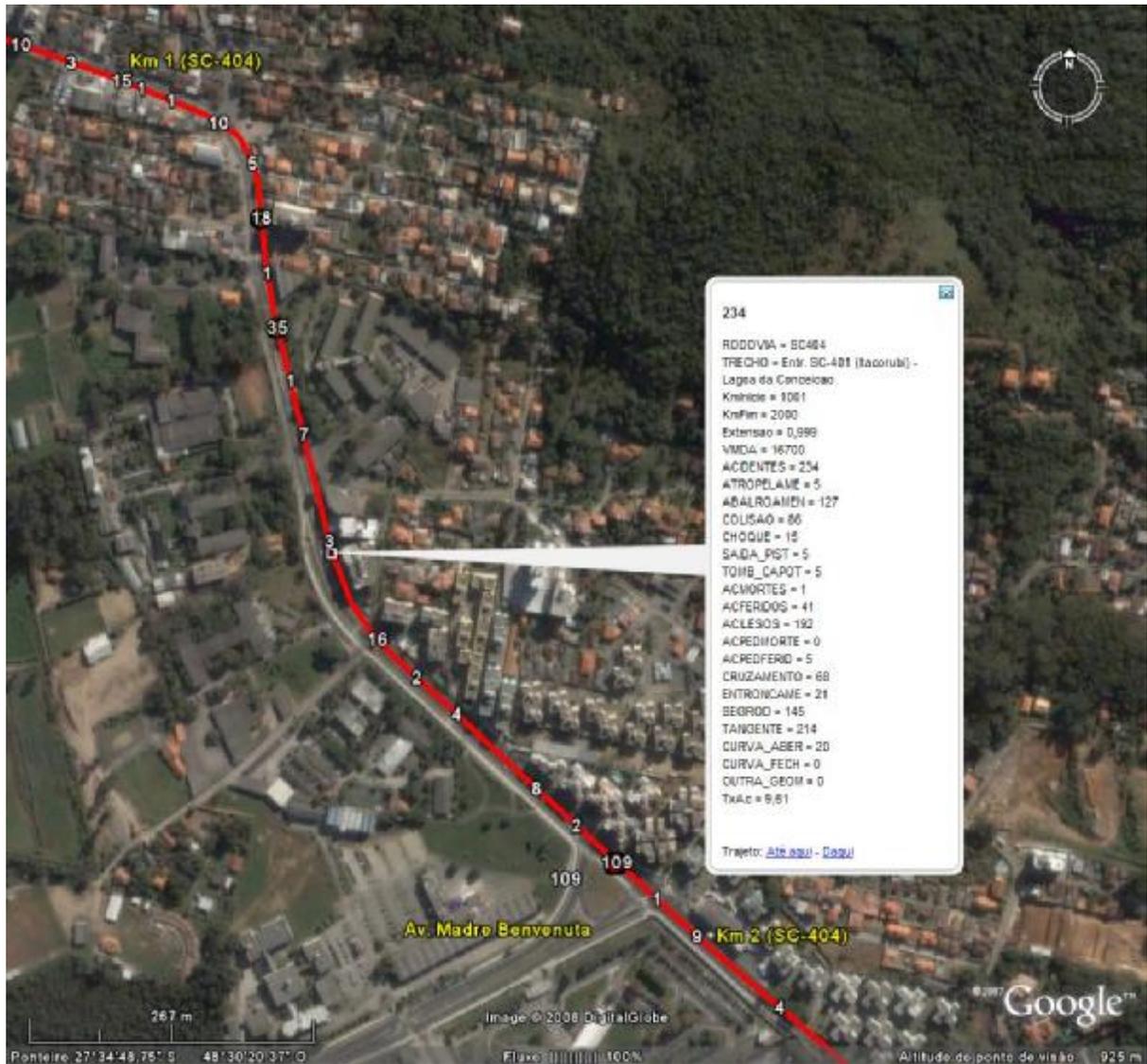


Figura 43 - Imagem de satélite da rodovia SC-404 entre o km 1,0 e km 2,0
 Fonte: Adaptado do GoogleEarth

No sul da Ilha se localiza a rodovia SC-405 que apresenta quantidade elevada de acidentes, acima de 150, nos quatro quilômetros iniciais (ver Figura 44). É um trecho de pista simples com grande ocupação das margens das rodovias por madeireiras, supermercados, lojas, danceteria, postos de combustíveis, residências, oficinas mecânicas e outros estabelecimentos. Todo o tráfego que se dirige ao sul da Ilha tem seu acesso principal por este segmento rodoviário, cujo VMDA está entre 17.000 e 21.000.

Nos horários de pico, no início da manhã e final da tarde, são comuns as filas de veículos o que torna a velocidade operacional baixa (menos do que 40 km/h), chegando, muitas vezes, a paralisação total do tráfego. Esta situação se agrava muito no período de verão quando o fluxo de tráfego aumenta.



Figura 44 - Imagem de satélite da rodovia SC-405 entre o km 0,0 e km 8,1
 Fonte: Adaptado do GoogleEarth

A Figura 45, a seguir, apresenta detalhes do entorno da rodovia SC-405 do quilômetro 0,0 ao quilômetro 1,0. Neste segmento foram registradas 259 ocorrências, o maior valor da rodovia. Desses, pode-se destacar que 39% são abalroamentos e 47% são colisões.

Neste segmento se localiza a interseção com a rodovia SC-401 – parte sul, no ponto que dá acesso ao Aeroporto Internacional Hercílio Luz onde existem três locais com ocorrência de 20 acidentes ou mais. Os dois movimentos nesta interseção - para quem sai da rodovia SC-401 e acessa a SC-405, sentido Centro – Rio Tavares e para quem sai da rodovia SC-401 e passa pela rodovia SC-405 para acessar a rodovia SCSUL se dirigindo ao centro da cidade – exigem do motorista um grande cuidado, pois é necessário cruzar a pista em ambos os sentidos. Este é um modelo que necessita ser revisto para que seja aumentada a segurança nesta interseção.

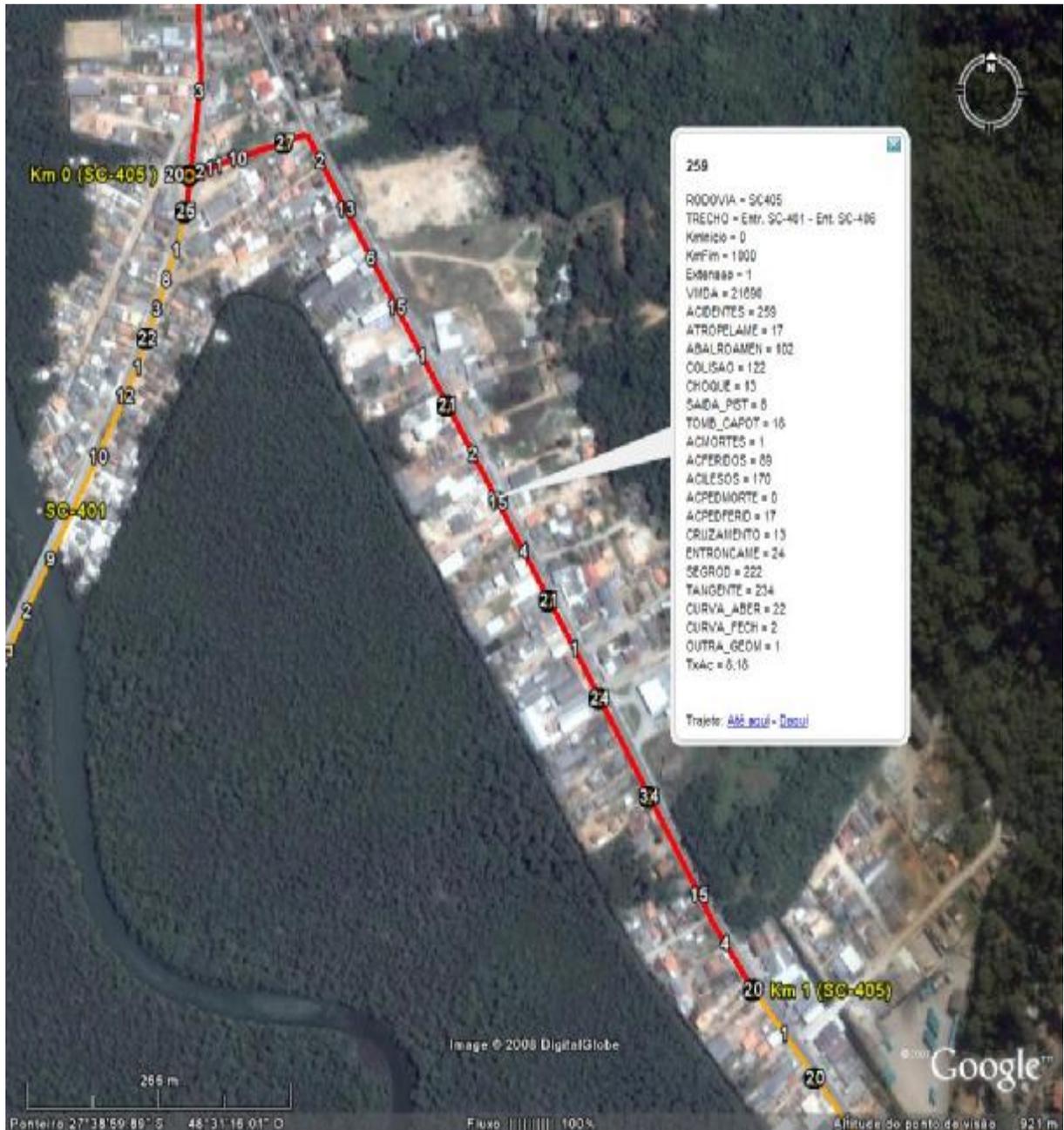


Figura 45 - Imagem de satélite da rodovia SC-405 entre o km 0,0 e km 1,0

Fonte: Adaptado do GoogleEarth

4.2.2 Quantidade de acidentes por tipo de acidente em cada segmento rodoviário

Neste trabalho são analisados apenas os acidentes tipo Atropelamento de Pedestres, Abalroamento, Colisão, Choque e Saída de Pista, que são os tipos com maior número de ocorrência nas rodovias estaduais. Quanto aos acidentes tipo Capotamento ocorreram apenas 707 vezes (2% do total), Tombamentos aconteceram 1.286 vezes (4%) e Outro Tipo 624 vezes (2%). Devido à pequena quantidade estes tipos de acidentes foram desconsiderados na análise deste trabalho.

4.2.2.1 Atropelamento de pedestres

Conforme mostrado na Figura 46 os maiores números de atropelamento de pedestres se localizam em segmentos próximos ao litoral, nas regiões com alta densidade populacional

Dos cinco segmentos onde ocorreram mais atropelamentos de pedestres (12 ou mais) três se localizam na Ilha de Santa Catarina e um na rodovia SC-444 trecho Içara - Entroncamento BR-101 – Praia do Rincão, na região sul e na rodovia SC-301, no acesso sul de Joinville, na região norte.

A Tabela 7 apresenta os locais assinalados em vermelho na Figura 46.

Tabela 7 - Relação de segmentos rodoviários onde foram registradas as maiores quantidades de atropelamento de pedestres

Rodovia	Trecho	Km Início	Km Fim	VMDA	Total de atropelamentos
SC301	Entroncamento BR-280 - Joinville (Acesso Sul)	46,00	47,00	10.063	18
SC401	Costeira do Pirajubaé - Entroncamento SC-405	34,00	35,00	sem contagem	19
SC401	Costeira do Pirajubaé - Entroncamento SC-405	35,00	36,00	sem contagem	16
SC405	Entroncamento SC-401 - Ent. SC-406	0,00	1,00	21.690	17
SC444	Içara - Entroncamento BR-101 (Vila Nova) – Praia do Rincão	11,00	12,00	10.280	13

Todos esses segmentos atravessam áreas com intensa urbanização e considerável volume de tráfego (VMDA entre 10.000 e 22.000 veículos).

Apesar da existência de dispositivos de segurança como redutores de velocidade (“lombadas eletrônicas”, lombadas físicas, ilhas de segurança no centro da pista para travessia de pedestres, faixa de travessia de pedestres) os números de atropelamento são altos em relação aos demais segmentos do Estado.

Em muitos trechos destes segmentos há falta de calçadas e o tráfego de pedestres é feito pelo acostamento, dividindo o mesmo espaço com veículos. Além das paradas ocasionais e até mesmo para estacionamento, muitos veículos se utilizam do acostamento para executar retornos ou em muitos casos, trafegando para desviar dos congestionamentos.

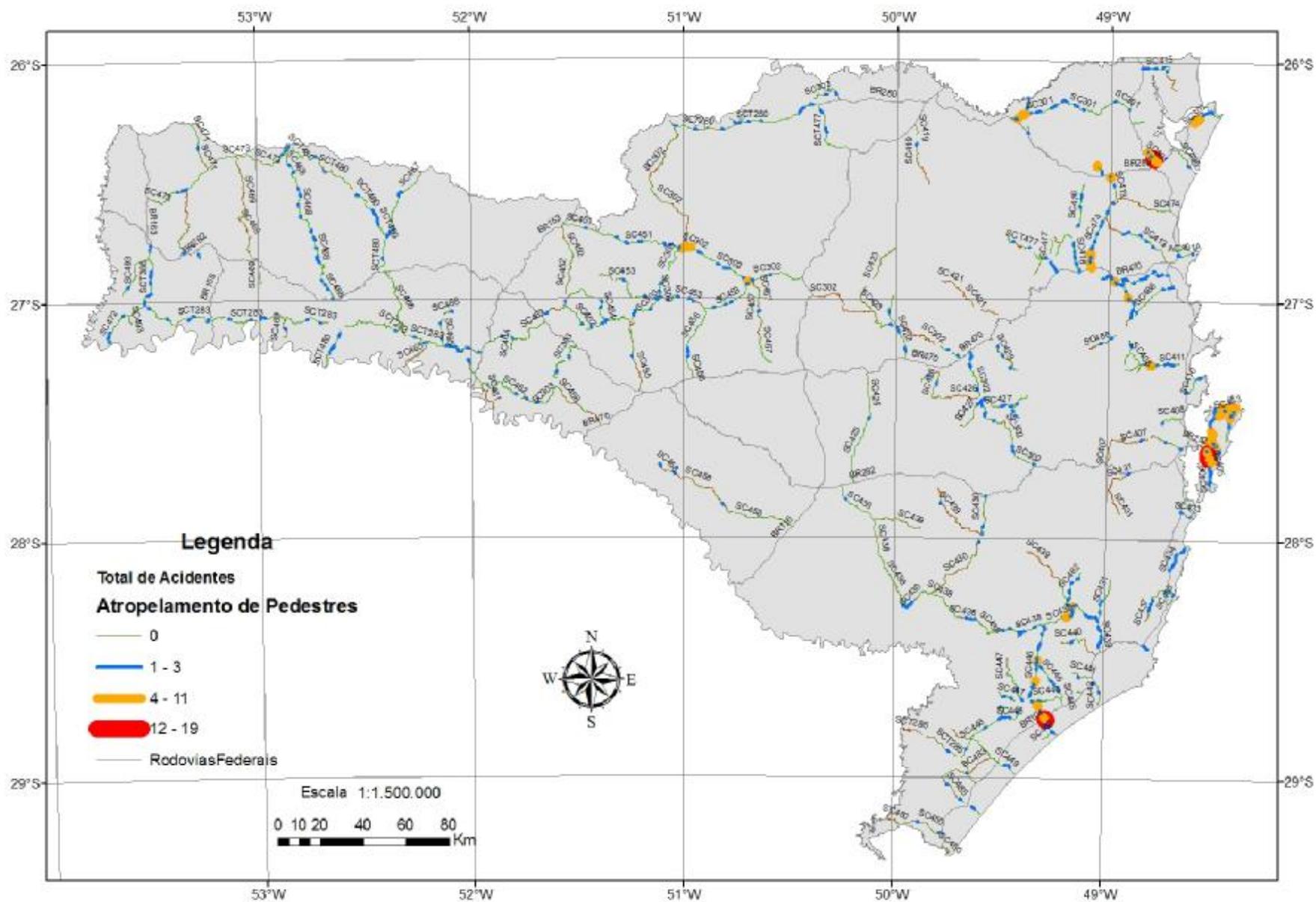


Figura 46 - Quantidade de atropelamentos de pedestres por segmento entre os anos de 2002 e 2005

O acesso sul de Joinville, na rodovia SC-301, trecho Entroncamento BR-280 – Joinville, possui 5 segmentos com elevado número de atropelamentos em 7,4 quilômetros de extensão (ver Figura 47).

É um trecho com densa ocupação das suas margens, considerável volume de tráfego e intenso movimento de pedestres, principalmente escolares. Existem dispositivos de controle eletrônico de velocidade, mas mesmo assim ainda registra elevado número de atropelamentos.



Figura 47 - Imagem de satélite da rodovia SC-301 entre o km 43,6 e km 51,1

Fonte: Adaptado do GoogleEarth

A Figura 48 mostra o segmento entre os quilômetros 46,0 e 47,0 da rodovia SC-301 onde ocorreram 18 atropelamentos de pedestres. É um segmento com um VMDA de 10.063 veículos, considerado elevado para os padrões das rodovias sob jurisdição estadual e está inserido em uma passagem urbanizada.

O trânsito de pedestres é constante (inclusive muitos escolares) e apesar de dispositivos de redução de velocidade tais como ilha de segurança central e “lombada eletrônica” o segmento não possui um tratamento urbano completo com calçadas e ciclovia que permita um deslocamento seguro de pessoas.



Figura 48 - Imagem de satélite da rodovia SC-301 entre o km 46,0 e km 47,0

Fonte: Adaptado do GoogleEarth

No sul do Estado, na rodovia SC-444, trecho Içara – Praia do Rincão, rodovia com intensa ocupação das suas margens e intenso volume de tráfego com VMDA de 10.280 veículos, (conforme já citado), possui dois segmentos com número considerável de atropelamentos.

Na Figura 49 observa-se em cor laranja o segmento entre os quilômetros 10,0 e 11,0 e na cor vermelha o segmento entre os quilômetros 11,0 e 12,0.



Figura 49 - Imagem de satélite da rodovia SC-444 entre o km 7,0 e km 21,2

Fonte: Adaptado do GoogleEarth

Entre os quilômetros 11,0 e 12,0, aconteceram 13 atropelamentos, o maior número dessa rodovia, que se distribuíram ao longo do segmento conforme mostrado na Figura 50. Este segmento possui o seu entorno completamente urbanizado que além do intenso volume de tráfego possui considerável trânsito de pedestres.

A maioria dos atropelamentos está relacionada à travessia da rodovia sem que o pedestre observe atentamente a vinda de veículos em sua direção apesar da existência de dispositivos que facilitam a travessia (ilhas de segurança no meio da pista). Também o trânsito de crianças no local colabora para este número elevado. Além disso, existem alguns pedestres embriagados.



Figura 50 - Imagem de satélite da rodovia SC-444 entre o km 11,0 e km 12,0

Fonte: Adaptado do GoogleEarth

Apesar desse número elevado de atropelamentos não foi registrada nenhuma morte na pista. Provavelmente isto ocorre devido às baixas velocidades dos veículos numa região que possui alguns dispositivos de segurança viária tais como ilhas de segurança (conforme já citado) e intenso volume de tráfego que leva a formação de filas obrigando a redução de velocidade. Devido às condições do entorno do local, muitos motoristas acabam trafegando em baixa velocidade ao observarem se tratar de uma área densamente povoada.

Na Ilha de Santa Catarina, conforme apresentado anteriormente na Tabela 7 e visualizado através da Figura 51, três segmentos assinalados na cor vermelha possuem os maiores números de atropelamentos de pedestres. Dois destes segmentos se localizam na rodovia SC-401, entre os quilômetros 34,0 e 36,0, no trecho Costeira do Pirajubaé – Entroncamento SC-405.

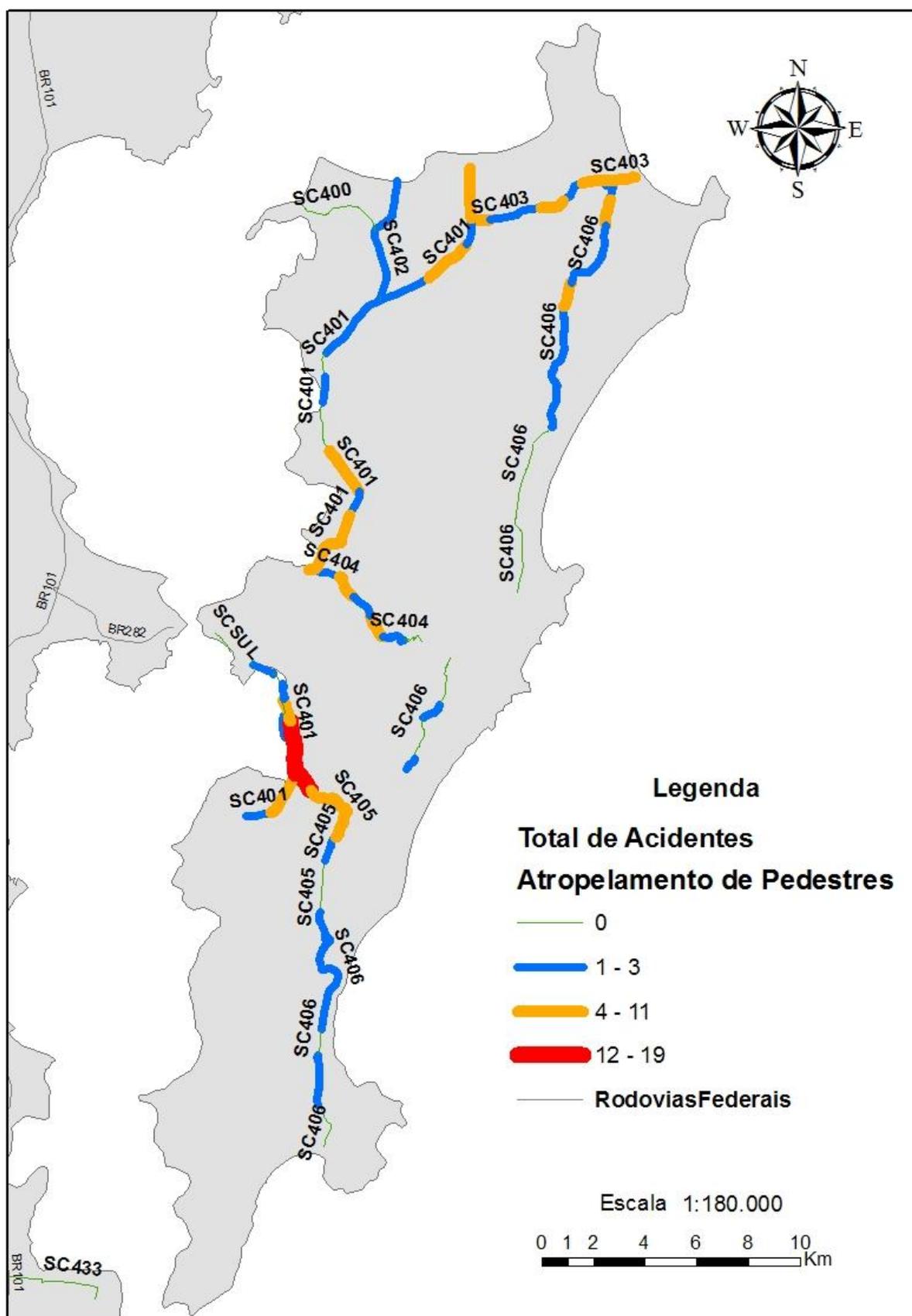


Figura 51 - Quantidade de atropelamentos de pedestres por segmento entre os anos de 2002 e 2005 na Ilha de Santa Catarina

O outro segmento se localiza na rodovia SC-405, no sul da Ilha. Este trecho rodoviário possui as suas margens ocupadas por diversos estabelecimentos comerciais e residenciais, com um grande fluxo de pedestres aliado a um VMDA de 12.629 veículos. Por ele passa todo o tráfego que se dirige ao sul da Ilha.

A Figura 52 mostra através das linhas em cor vermelha e laranja os segmentos onde ocorreram as maiores quantidades de atropelamentos no trecho.



Figura 52 - Imagem de satélite da rodovia SC-405 entre o km 0,0 e km 8,1

Fonte: Adaptado do GoogleEarth

Com a abertura da chamada via expressa sul (SCSUL, hoje trecho da rodovia SC-401), muitos estabelecimentos comerciais foram abertos neste segmento com o objetivo de

atrair a clientela que antes utilizava os estabelecimentos instalados na Costeira do Pirajubaé, no trecho da rodovia SC-401.

No segmento entre os quilômetros 0,0 e 1,0 da rodovia SC-405, trecho Entroncamento SC-401 – Entroncamento SC-406 (Rio Tavares) foram registrados 17 atropelamentos, o terceiro em quantidade em todo o Estado.

Outra característica deste segmento é a inexistência de local específico para o deslocamento de pedestres e ciclistas. A ausência de calçadas e ciclovia faz com que esse tipo de tráfego seja feito pelo acostamento de pequena largura.

Como dispositivo de controle de velocidade existem apenas duas lombadas físicas que não são capazes de evitar a velocidade excessiva nos momentos de fluxo livre. A proximidade dos estabelecimentos com a rodovia também ajuda a tornar o trecho mais perigoso.

Apresenta-se, em destaque, na Figura 53 o segmento entre os quilômetros 0,0 e 1,0 da rodovia SC-405 no qual aparecem 17 atropelamentos sem nenhum registro de pedestre morto no local. Observa-se que os atropelamentos ficaram distribuídos ao longo deste quilômetro.

Também nesse segmento a maioria dos atropelamentos está relacionada à travessia da rodovia por parte dos pedestres. O volume de tráfego contínuo não permite um intervalo de tempo adequado para a travessia fazendo com que muitas pessoas arrisquem atravessar mesmo com veículos vindo em sua direção.

Existem ondulações que obrigam os veículos a reduzirem a velocidade mas a via ainda carece de mais e melhores dispositivos que garantam a segurança dos pedestres.

Conforme se observa, ainda na Figura 52, os três próximos segmentos dessa rodovia, entre os quilômetros 1,0 a 4,0, também apresentam considerável número de atropelamentos de pedestres.

São segmentos que possuem características semelhantes, com intensa ocupação do solo no entorno da rodovia por parte de estabelecimentos comerciais e residenciais e um tráfego intenso de pessoas nas suas margens. Não existe calçada para pedestre e o deslocamento é feito sobre o acostamento.

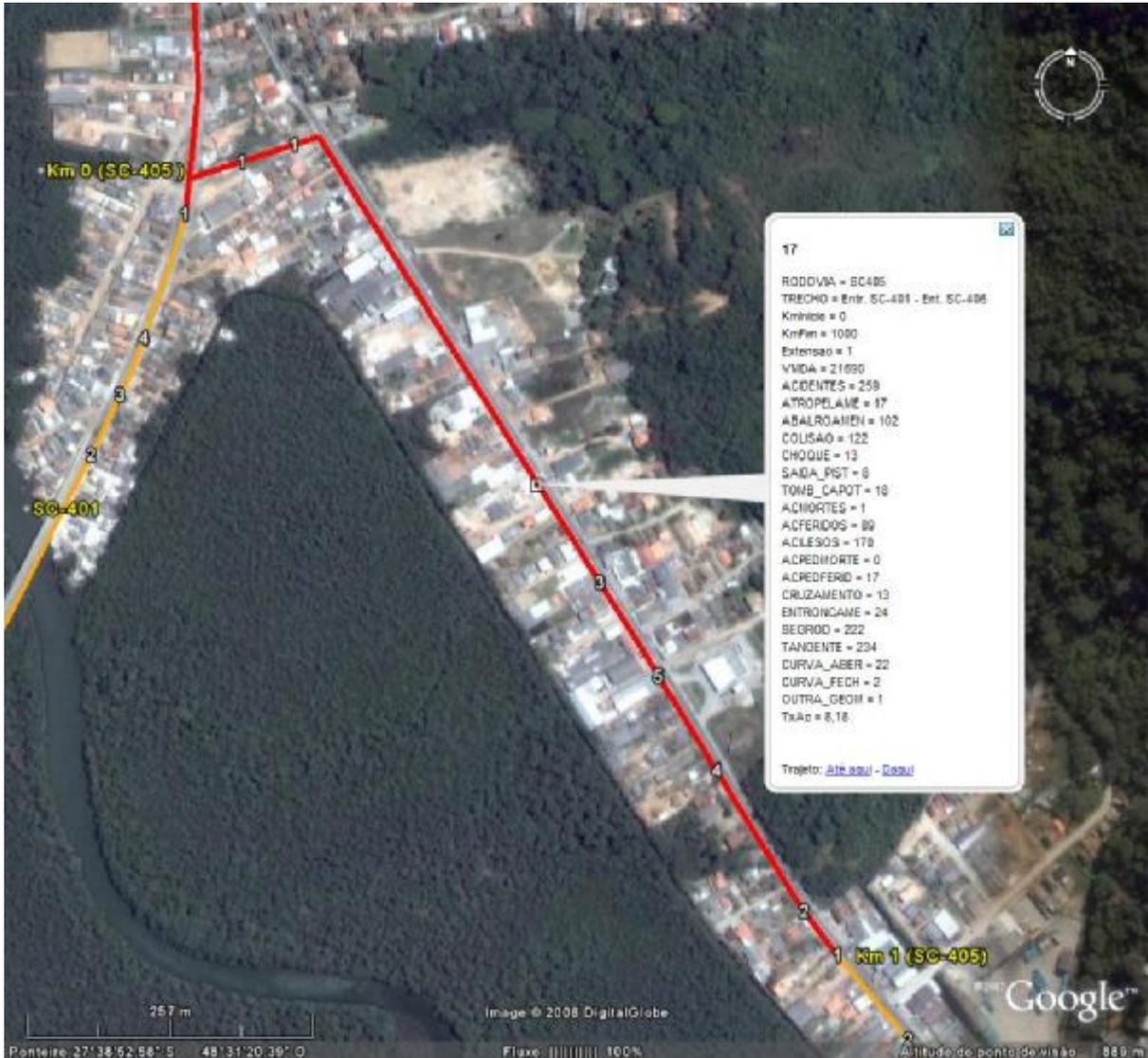


Figura 53 - Imagem de satélite da rodovia SC-405 entre o km 0,0 e km 1,0

Fonte: Adaptado do GoogleEarth

No restante da Ilha existem outros segmentos que apresentam número elevado de atropelamento de pedestres, localizados na parte norte da Ilha, nas rodovias SC-401, SC-403 e SC-406 e na parte central, na rodovia SC-404 que dá acesso à Lagoa da Conceição conforme mostra a Figura 51 no traço em cor laranja. Todos mantêm características semelhantes ao segmento da rodovia SC-405, com ocupação das margens da rodovia por vários estabelecimentos comerciais e residenciais e na rodovia SC-406 destaca-se o tráfego intenso de escolares.

Em toda a Ilha, as condições da ocupação das margens, o alto volume de tráfego de veículos e a ausência de dispositivos de segurança específicos tornam os segmentos rodoviários de extrema periculosidade para o trânsito de pedestres, que é intenso ao longo de todas as vias.

4.2.2.2 Abalroamentos

Na Figura 54 é mostrada a distribuição dos totais de abalroamentos registrados em todos os segmentos da malha rodoviária e a Tabela 8 apresenta a relação dos segmentos com as maiores quantidades de abalroamentos, mostrados na citada figura na cor vermelha. No Estado, 14 segmentos apresentaram 75 abalroamentos ou mais. Destes, 11 se localizam na Ilha de Santa Catarina (ver Figura 59).

Tabela 8 - Relação de segmentos rodoviários onde foram registradas as maiores quantidades de abalroamentos

Rodovia	Trecho	Km Início	Km Fim	VMDA	Total de Abalroamentos
SC401	Costeira do Pirajubaé - Entroncamento SC-405	33,00	34,00	sem contagem	117
SC401	Costeira do Pirajubaé - Entroncamento SC-405	35,00	36,00	sem contagem	116
SC401	Costeira do Pirajubaé - Entroncamento SC-405	34,00	35,00	sem contagem	98
SC401	Acesso p/ Sambaqui - Entroncamento SC-404 (Itacorubi)	19,00	19,97	33.143	162
SC403	Inglese - Entroncamento SC-401	1,00	2,00	20.684	112
SC404	Entroncamento SC-401 (Itacorubi) - Lagoa da Conceição	1,00	2,00	16.700	127
SC404	Entroncamento SC-401 (Itacorubi) - Lagoa da Conceição	5,00	6,00	21.329	105
SC405	Entroncamento SC-401 - Ent. SC-406	0,00	1,00	21.690	102
SC405	Entroncamento SC-401 - Ent. SC-406	2,00	3,00	21.690	82
SC405	Entroncamento SC-406 (p/ Rio Tavares) - Acesso à Tapera	3,00	4,00	17.685	93
SC413	Joinville (Av. Santos Dumont) - Entroncamento BR-101	2,00	3,00	7.482	105
SC444	Içara - Entroncamento BR-101 (Vila Nova)	11,00	12,00	10.280	125
SC474	Entroncamento SC-413 (p/ Luiz Alves) - Entroncamento BR-470 (Blumenau)	60,00	61,00	7.467	109
SC474	Entroncamento SC-413 (p/ Luiz Alves) - Entroncamento BR-470 (Blumenau)	65,00	66,00	7.467	101

Os três segmentos fora da Ilha de Santa Catarina se localizam no norte do Estado em Joinville, no vale do Itajaí na cidade de Blumenau e no sul do Estado no município de Içara, conforme destacado na cor vermelha na Figura 54.

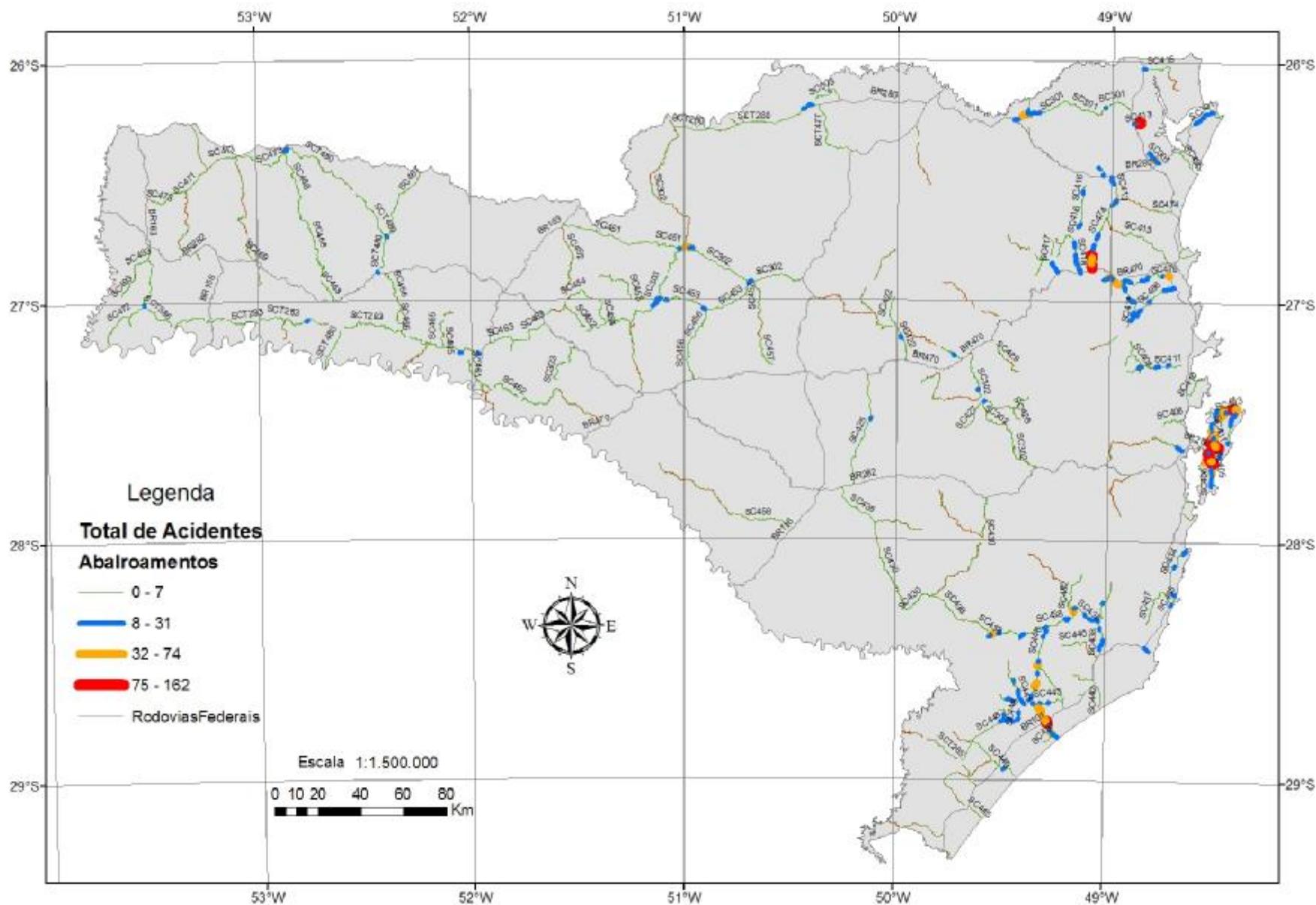


Figura 54 - Quantidade de abalroamentos por segmento entre os anos de 2002 e 2005

A Figura 55 mostra o trecho da rodovia SC-413 entre o quilômetro 0,0 em Joinville e o quilômetro 5,97 no entroncamento com a BR-101. Esta parte da rodovia também é conhecida como acesso industrial de Joinville e seu VMDA é de 7.482 veículos. Nas proximidades está implantado o distrito industrial de Joinville e uma importante instituição universitária.



Figura 55 - Imagem de satélite da rodovia SC-413 entre o km 0,0 e km 5,97

Fonte: Adaptado do GoogleEarth

O segmento entre os quilômetros 2,0 e 3,0 dessa rodovia, destacado na Figura 56 pelo traço na cor vermelha, faz parte dos segmentos onde mais ocorreram abalroamentos. Foram registrados 105 abalroamentos de um total de 127 acidentes.

Faz parte deste segmento rodoviário a interseção com a Rua Dona Francisca onde foram registrados 87 abalroamentos dentro da área da interseção. Levando em conta a área de

influência pode-se considerar mais 13 abalroamentos o que totalizaria 100 acidentes deste tipo.

Ao adentrar este cruzamento o motorista fica confuso com a quantidade de conversões possíveis e que não possuem o formato de suas alças padronizadas. Isto se deve ao fato de que a continuidade da Rua Dona Francisca em direção norte, após o cruzamento com a rodovia SC-413, não é no mesmo alinhamento do trecho que fica no lado sul em relação a essa mesma rodovia.

Além disso, a existência de muitos estabelecimentos ao redor da interseção torna o local mais propício à ocorrência de acidentes.



Figura 56 - Imagem de satélite do segmento da rodovia SC-413 entre o km 3,0 e km 4,0

Fonte: Adaptado do GoogleEarth

Portanto, o modelo de interseção existente não é mais adequado para este local e serão necessários estudos visando alterá-lo para aumentar a segurança no cruzamento entre essas duas vias de grande importância na região.

A rodovia SC-474, entre os quilômetros 60,0 e 61,0 e entre os quilômetros 65,0 e 66,0 possui segmentos que estão entre aqueles com maior quantidade de abalroamentos, mostrados na Figura 57 pelo traço vermelho. No primeiro segmento aconteceram 109 abalroamentos (154 acidentes registrados) e no segundo ocorreram 101 abalroamentos (197 acidentes registrados). Em ambos, os VMDA é de 7.487 veículos e o entorno do trecho é bastante urbanizado, com tráfego intenso de pedestres, acessos a estabelecimentos residenciais, industriais e comerciais.



Figura 57 - Imagem de satélite da rodovia SC-474 entre o km 60,0 e km 66,4

Fonte: Adaptado do GoogleEarth

A Figura 58 destaca o segmento entre os quilômetros 60,0 e 61,0 mostrando que os 109 abalroamentos se distribuem ao longo do segmento com uma pequena concentração em dois locais: no quilômetro 61,0 foram registrados 24 abalroamentos e no quilômetro 60,9 onde foram registrados 11. Aparecem 30 abalroamentos no quilômetro 60 que pelos critérios adotados neste trabalho fazem parte do segmento anterior. Uma análise mais detalhada deve também levar em conta este ponto.

Por outro lado é necessário levantar mais informações junto aos boletins de ocorrência de acidentes (BOAT's), como por exemplo, a visualização do croqui, para que se tenha certeza de que os acidentes registrados no quilômetro 60,0 estão no local correto. Pode ser que o agente de trânsito tenha lançado o dado no quilômetro inteiro quando o acidente pode ter ocorrido em local de quilometragem fracionária.

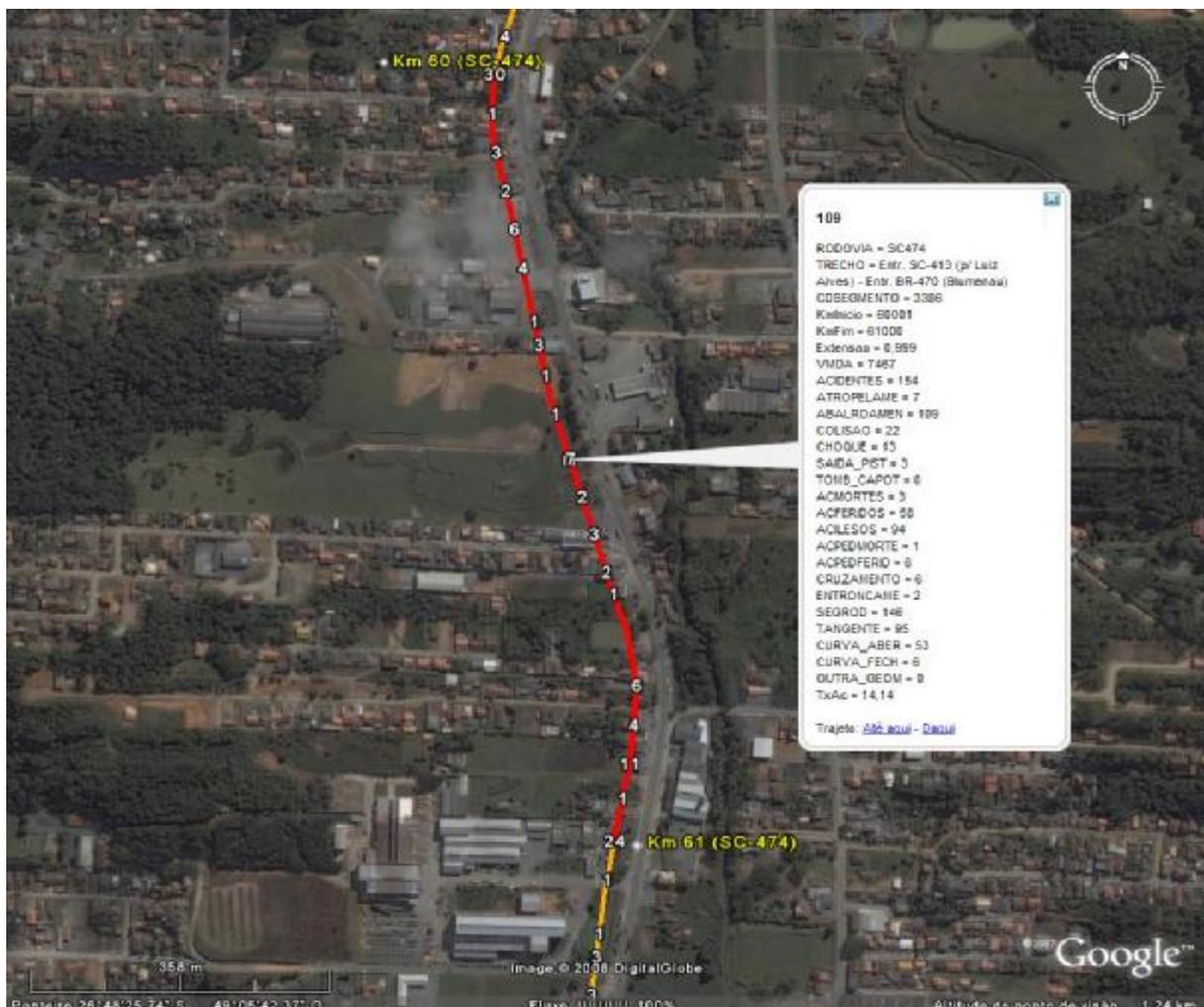


Figura 58 - Imagem de satélite da rodovia SC-474 entre o km 60,0 e km 61,0

Fonte: Adaptado do GoogleEarth

Na Ilha de Santa Catarina encontram-se 10 segmentos com número elevado de abalroamentos que na Figura 59 aparecem na cor vermelha.

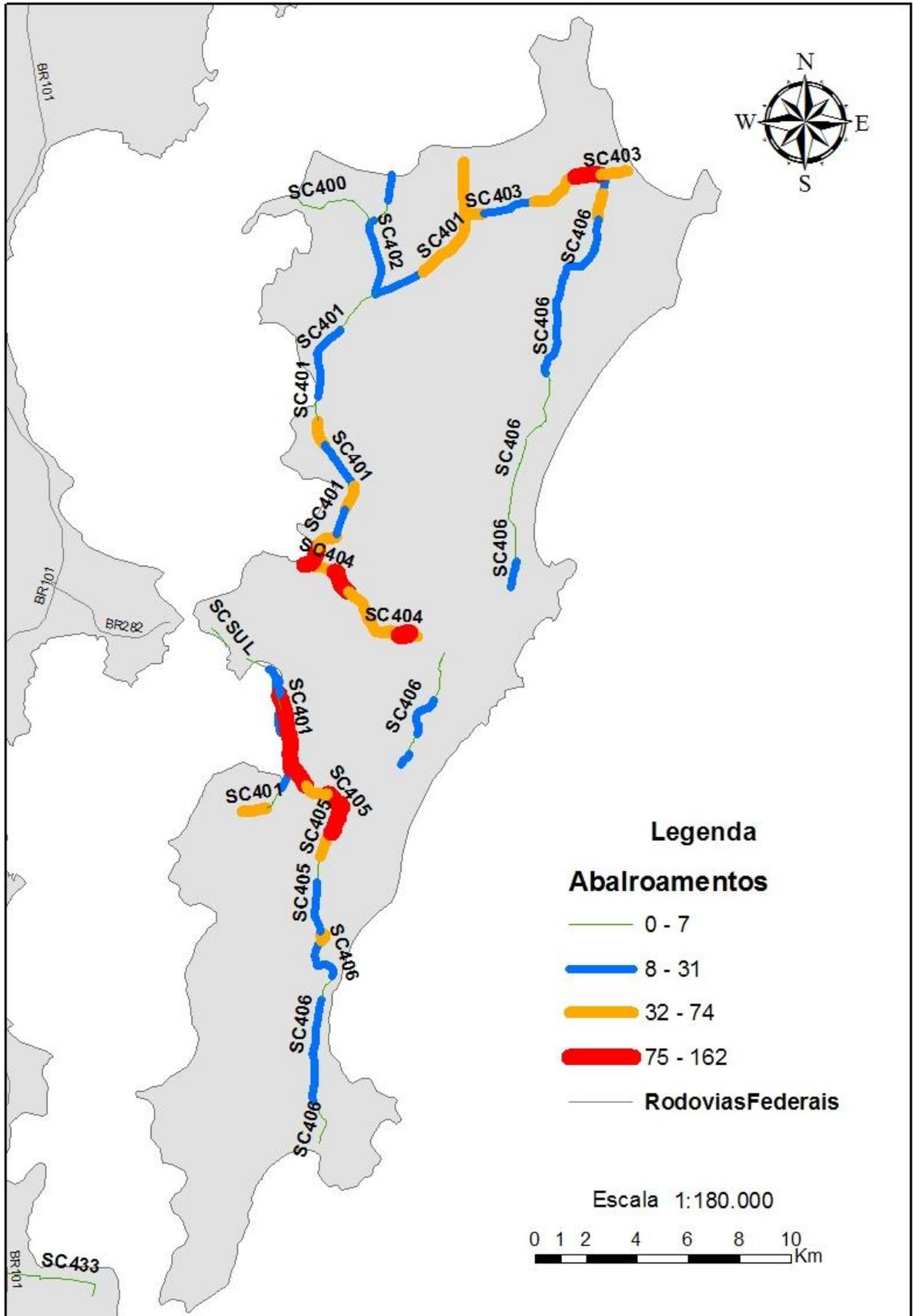


Figura 59 - Quantidade de abaloamentos por segmento entre os anos de 2002 e 2005 na Ilha de Santa Catarina

O segmento que se localiza entre os quilômetros 19,0 a 19,7 da rodovia SC-401 e além de registrar o maior número de acidentes no Estado, possui também o maior número de abalroamentos e o maior VMDA do Estado (33.143 veículos). Este segmento se desenvolve em pista duplicada, com muitos acessos laterais à rodovia em uma região densamente povoada e possui duas interseções com grande volume de tráfego.

A rodovia SC-404, trecho Entroncamento SC-401 (Itacorubi) – Lagoa da Conceição possui dois segmentos que estão entre os 14 com maior número de abalroamentos (ver Figura 60).



Figura 60 - Imagem de satélite da rodovia SC-404 entre o km 0,0 e km 6,4

Fonte: Adaptado do GoogleEarth

Praticamente todo o trecho é densamente povoado, existindo muitos acessos a estabelecimentos comerciais, de ensino, órgãos públicos e residências. O volume de tráfego é um dos maiores do Estado (VMDA de 16.700 veículos entre os quilômetros 0,0 e 2,0 e 21.329 veículos no restante do trecho). A existência de duas interseções com vias municipais muito movimentadas contribui muito para o elevado número de abalroamentos.

Entre os quilômetros 5,0 e 6,0 da rodovia SC-404, cujo segmento é mostrado na Figura 61, além do cruzamento de pista, o que mais contribui para a ocorrência de abalroamentos é a mudança repentina de faixa por parte dos veículos. Devido à existência de várias curvas fechadas muitos motoristas perdem o controle do veículo vindo a abalroar longitudinalmente o veículo na outra faixa. Este segmento se caracteriza por se desenvolver em rampa de forte elevação, conhecida como morro da Lagoa.

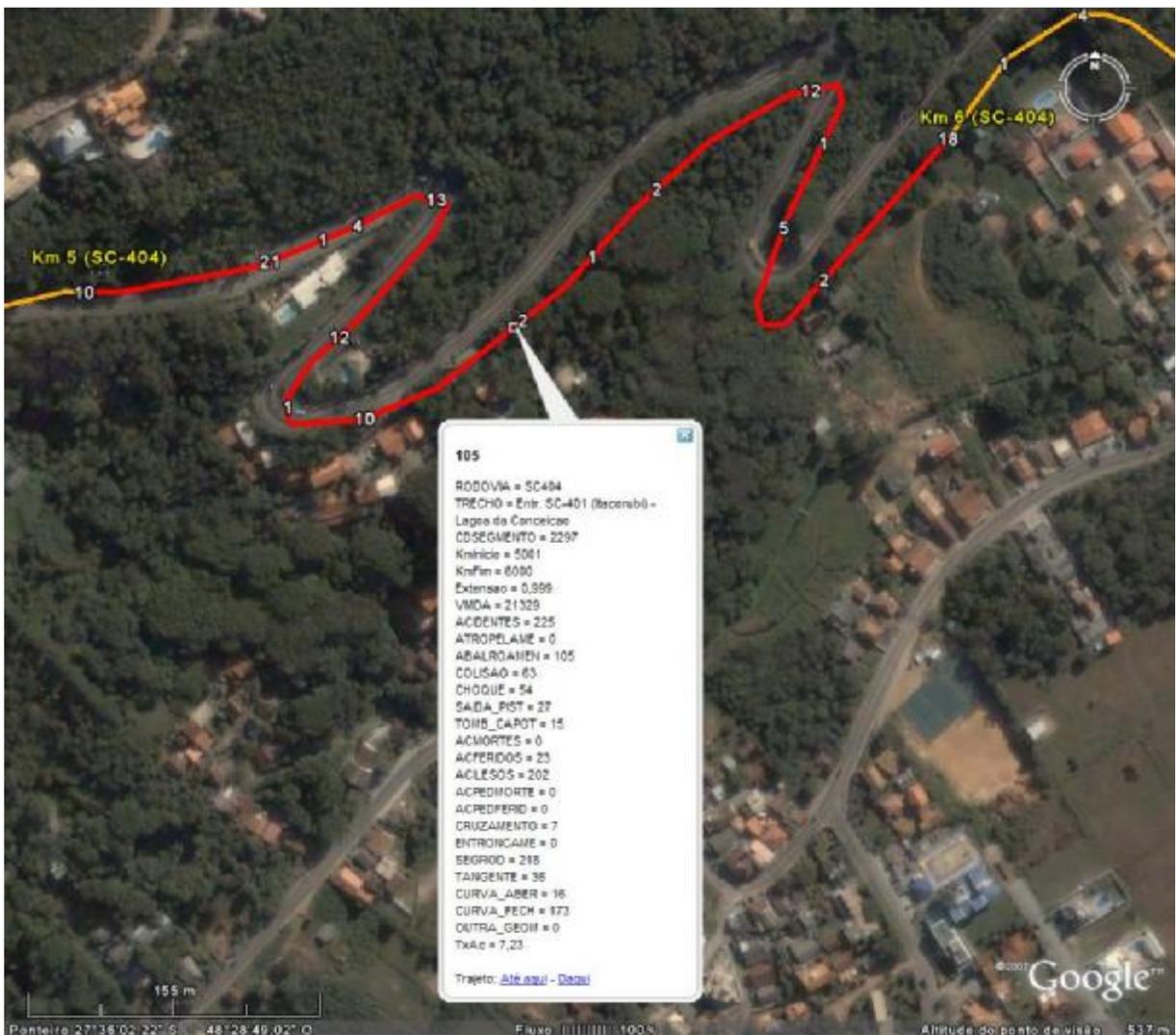


Figura 61 - Imagem de satélite da rodovia SC-404 entre o km 5,0 e km 6,0

Fonte: Adaptado do GoogleEarth

Na Figura 62 apresenta-se o trecho da rodovia SC-405, entre os quilômetros 0,0 e 8,1, se destacando o traço em vermelho que mostram os segmentos com maior número de abalroamentos.

Apesar de existirem três segmentos com grande quantidade deste tipo de acidente, observa-se ainda na Figura 62 que os cinco primeiros segmentos (do quilômetro 0,0 até o quilômetro 5,0) são críticos.

É um trecho de rodovia com toda sua área lindeira ocupada por diversos tipos de estabelecimentos e com um alto volume de tráfego (VMDA de 21.960 veículos do quilômetro 0,0 ao quilômetro 3,0 e 17.685 veículos do quilômetro 4,0 ao quilômetro 5,0).

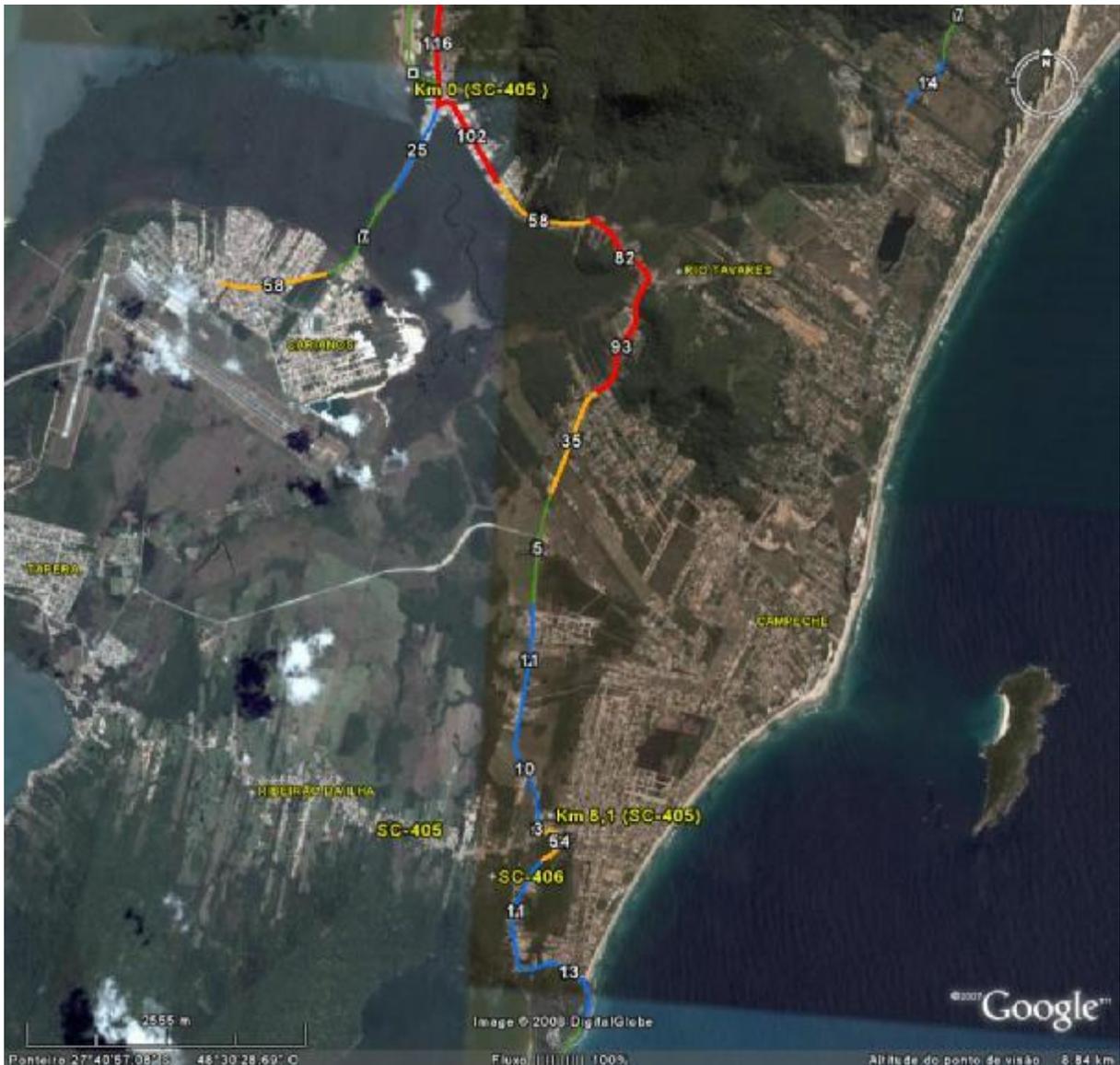


Figura 62 - Imagem de satélite da rodovia SC-405 entre o km 0,0 e km 8,1

Fonte: Adaptado do GoogleEarth

A necessidade de muitos veículos acessarem a rodovia, seja de uma via lateral, seja de pátios de estabelecimentos comerciais ou residenciais, faz com que o número abalroamentos seja elevado nos cinco primeiros segmentos. Devido às constantes filas de veículos que se formam ao longo de toda a sua extensão a única forma de algum veículo acessar à rodovia é no momento que outro para e cede passagem. Em algumas situações os condutores de motocicletas desviam do veículo parado a frente e acabam colidindo com aquele ao qual foi cedido passagem.

A Figura 63 apresenta o segmento entre os quilômetros 3,0 e 4,0 da rodovia SC-405 onde se registraram 93 abalroamentos que se distribuem ao longo do trecho. É uma região densamente povoada, onde existe um terminal de integração de transporte coletivo e as travessias de pista por parte dos ônibus é constante.

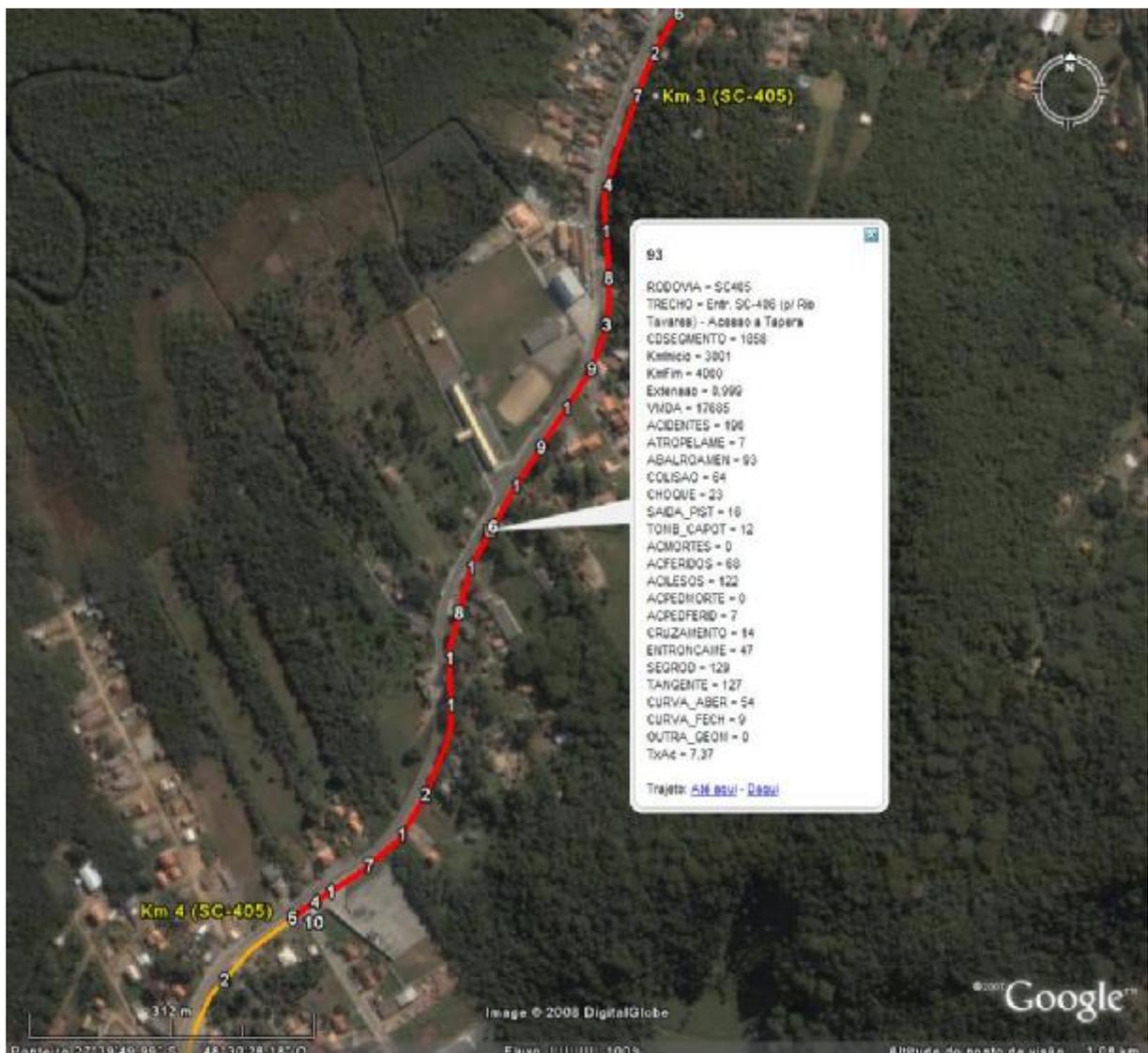


Figura 63 - Imagem de satélite da rodovia SC-405 entre o km 3,0 e km 4,0

Fonte: Adaptado do GoogleEarth

Também existem vias municipais e a interseção para a Praia do Campeche. Esta interseção tem um modelo com pista de conversão central, para conversão à esquerda e fica logo após uma curva no sentido bairro – centro o que dificulta a visibilidade dos veículos que saem e entram para aquela zona balneária e também de moradia. Nas proximidades deste entroncamento foram registrados 15 abalroamentos. O acesso para as demais vias municipais é feita a partir da faixa normal de tráfego, pois não existem interseções claramente definidas ao longo do segmento.

No norte da Ilha, na rodovia SC-403, trecho Entroncamento Ingleses - SC-401 se encontra um segmento entre os quilômetros 1,0 e 2,0 que registrou um elevado número de abalroamentos. Foram 112 abalroamentos que representaram 63% do total de acidentes ali registrados.

A Figura 64 mostra todo o trecho que vai do balneário de Ingleses até a rodovia SC-401, numa extensão de 6,4 quilômetros, onde se vê que com exceção de dois segmentos, os demais registraram um elevado número de abalroamentos.



Figura 64 - Imagem de satélite da rodovia SC-403 entre o km 0,0 e km 6,7

Fonte: Adaptado do GoogleEarth

Trata-se de um trecho com considerável número de acessos laterais que chegam diretamente na rodovia, sem faixa de aceleração ou desaceleração.

O segmento entre os quilômetros 1,0 e 2,0, mostrado em destaque na Figura 65, registrou o maior número de abalroamentos no período estudado. Foram 112 acidentes existindo a concentração em três pontos, nos quilômetros 1,1, 1,4 e 1,7 onde foram registrados 15, 21 e 24 abalroamentos, respectivamente. As margens desse segmento rodoviário são densamente povoadas, com casas de diversão, estabelecimentos comerciais, trânsito intenso de pedestres e muitos entroncamentos com vias municipais. O VMDA de 20.684 veículos é um dos maiores do Estado.



Figura 65 - Imagem de satélite da rodovia SC-403 entre o km 1,0 e km 2,0

Fonte: Adaptado do GoogleEarth

Recentemente foi concluída a obra de duplicação da rodovia neste segmento, com a construção de calçadas e ciclovias, o que pode reduzir o número de acidentes e também de abalroamentos.

Observa-se que na malha rodoviária estadual os segmentos onde ocorreram as maiores quantidades de abalroamentos se caracterizam por serem áreas fortemente urbanizadas, com uso intenso das margens das rodovias por residências, indústrias, casas comerciais, escolas e um grande número de entroncamentos com outras vias (pequenos acessos ou mesmo ruas de grande movimento local). Nota-se a forte interferência do tráfego que chega ou sai do entorno da rodovia. Para muitos segmentos pode ser considerada a construção de vias marginais e a limitação dos acessos à rodovia com o objetivo de aumentar a segurança do trânsito.

4.2.2.3 Colisões

Também para este tipo de acidente os segmentos onde aconteceram as maiores quantidades se situam na Ilha de Santa Catarina. São doze segmentos conforme mostrado Tabela 9 e apresentados na cor vermelha na Figura 66 e Figura 67.

Tabela 9 - Relação de segmentos rodoviários onde foram registradas as maiores quantidades de colisões

Rodovia	Trecho	Km Início	Km Fim	VMDA	Quantidade de colisões
SC401	Entroncamento SC-403 (p/ Ingleses) - Entroncamento SC-402 (p/ Jurerê)	3,00	4,00	24.728	75
SC401	Acesso p/ Sambaqui - Entroncamento SC-404 (Itacorubi)	17,00	18,00	33.143	86
SC401	Acesso p/ Sambaqui - Entroncamento SC-404 (Itacorubi)	18,00	19,00	33.143	88
SC401	Acesso p/ Sambaqui - Entroncamento SC-404 (Itacorubi)	19,00	19,97	33.143	79
SC401	Costeira do Pirajubaé - Entroncamento SC-405	34,00	35,00	sem contagem	164
SC401	Costeira do Pirajubaé - Entroncamento SC-405	35,00	36,00	sem contagem	134
SC404	Entroncamento SC-401 (Itacorubi) - Lagoa da Conceição	0,00	1,00	16.700	84
SC404	Entroncamento SC-401 (Itacorubi) - Lagoa da Conceição	1,00	2,00	16.700	86
SC404	Entroncamento SC-401 (Itacorubi) - Lagoa da Conceição	2,00	3,00	21.329	123
SC404	Entroncamento SC-401 (Itacorubi) - Lagoa da Conceição	3,00	4,00	21.329	75
SC405	Entroncamento SC-401 - Ent. SC-406	0,00	1,00	21.690	122
SC405	Entroncamento SC-401 - Entroncamento SC-406	2,00	3,00	21.690	87

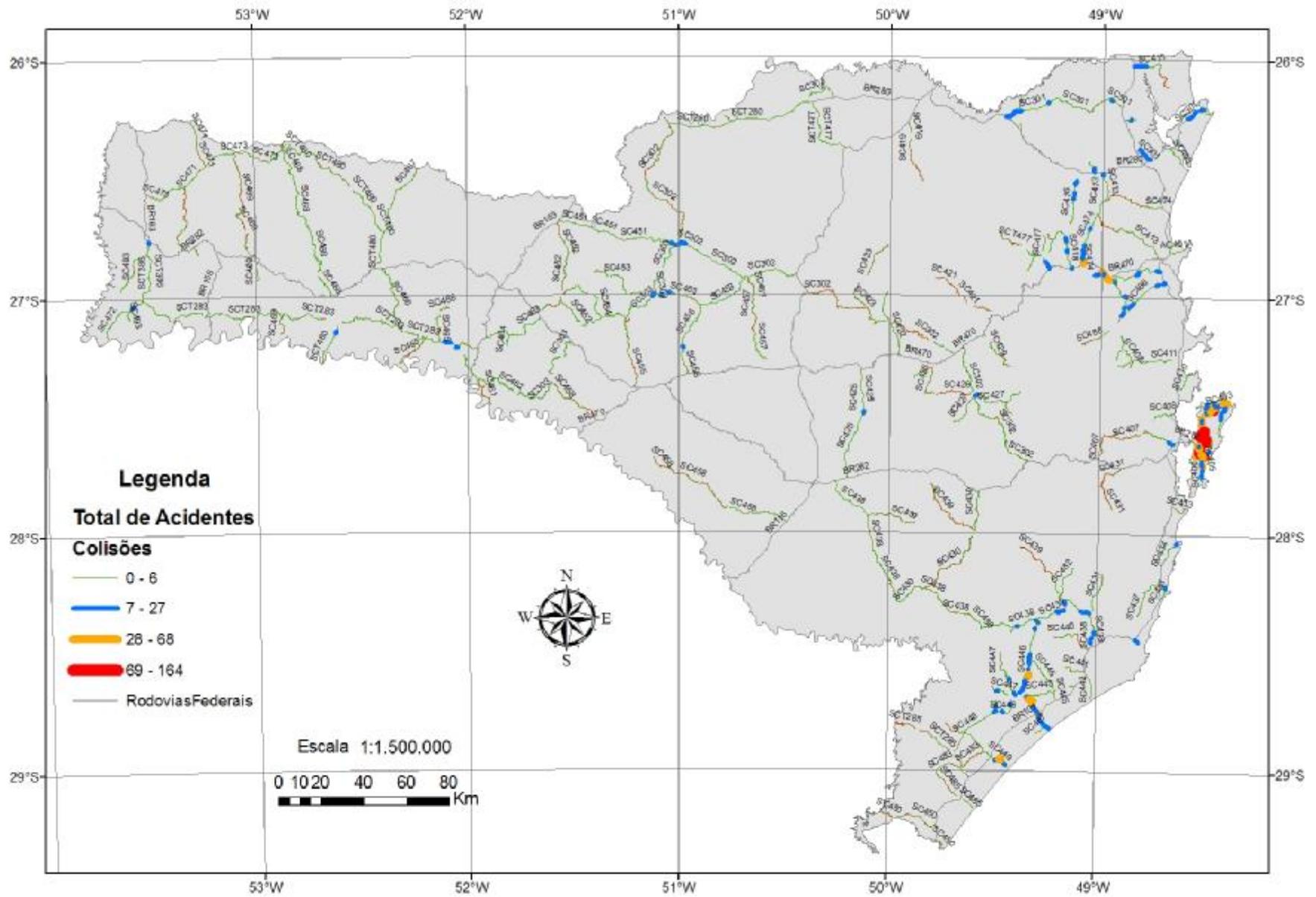


Figura 66 - Quantidade de colisões por segmento entre os anos de 2002 e 2005

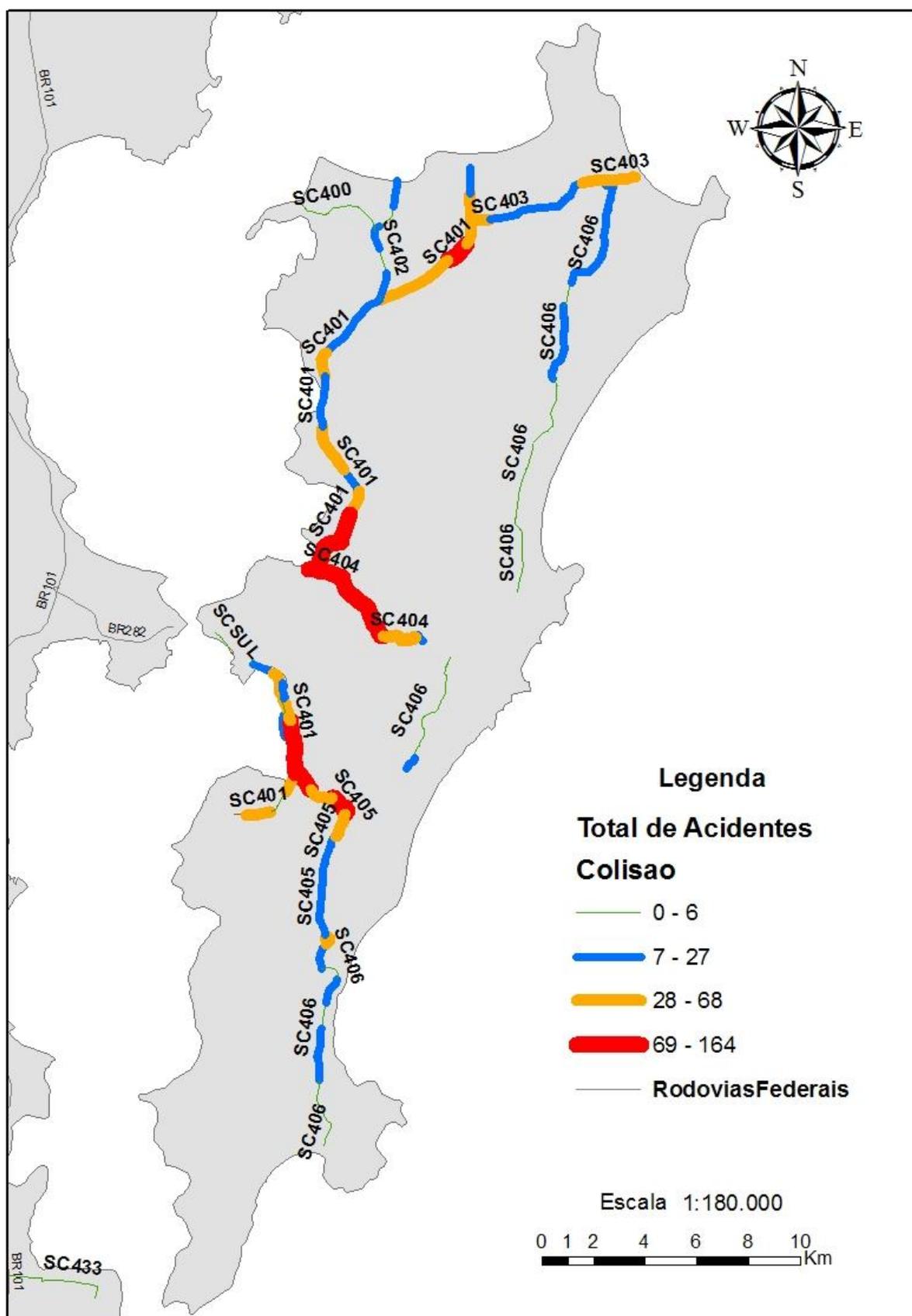


Figura 67 - Quantidade de colisões por segmento entre os anos de 2002 e 2005 na Ilha de Santa Catarina

Todos os segmentos analisados possuem características semelhantes. São urbanizados, com densa ocupação das margens da rodovia, alto volume de tráfego médio diário anual (entre 15.000 e 33.000 veículos), muitos estabelecimentos comerciais, tráfego intenso de pedestres e formação de filas de veículos em determinados horários, devido ao grande fluxo. Esta formação de filas obriga a diminuição de velocidade, em alguns momentos de forma brusca, o que pode ocasionar muitas colisões traseiras e até engavetamentos.

A Figura 68 mostra o segmento entre os quilômetros 3,0 e 4,0 da rodovia SC-401 localizado na parte norte da Ilha. Este segmento se desenvolve em pista simples, com elevado VMDA (24.728 veículos) e atravessa a comunidade de Vargem Pequena onde existem muitos acessos laterais.

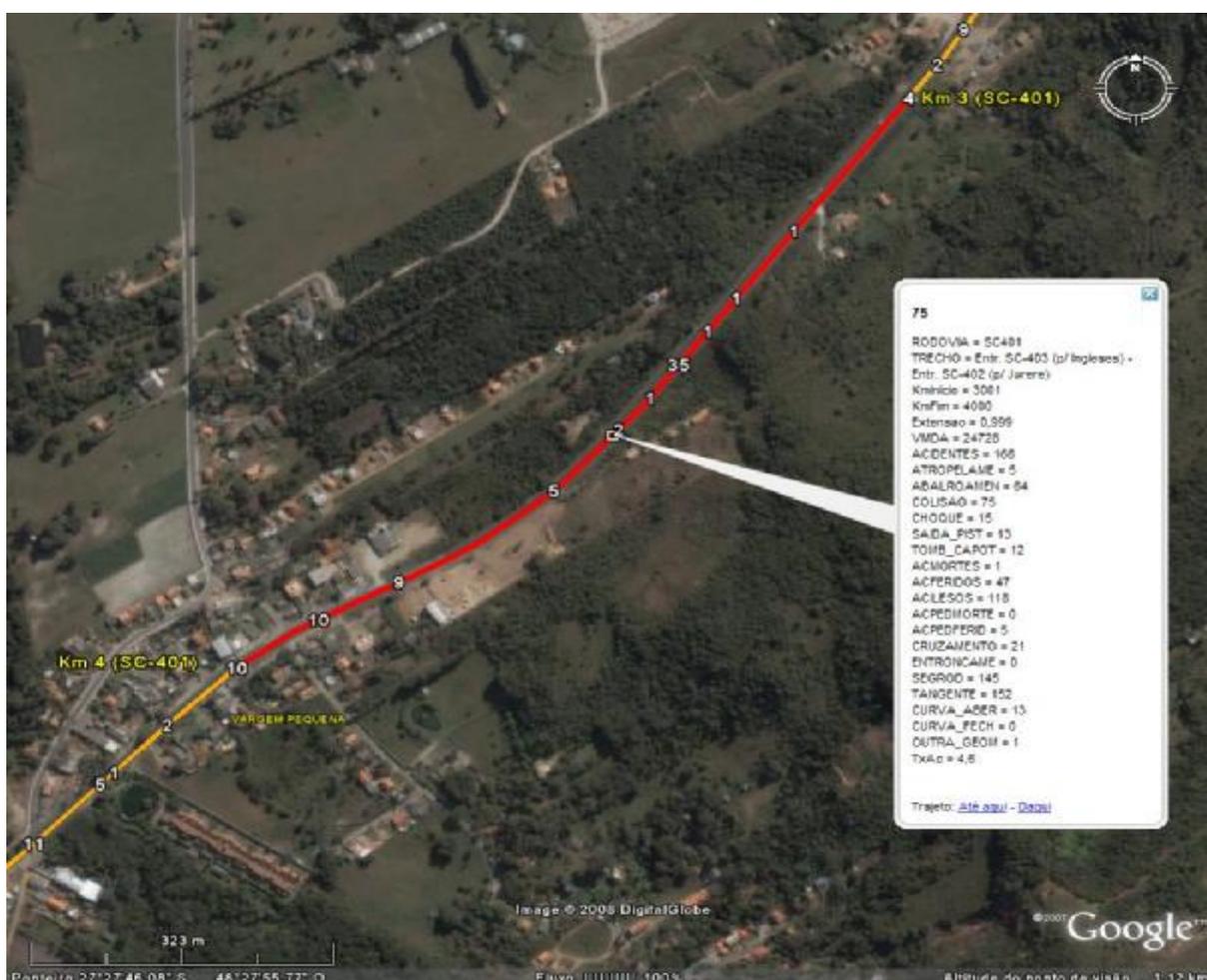


Figura 68 - Imagem de satélite da rodovia SC-401 entre o km 3,0 e km 4,0

Fonte: Adaptado do GoogleEarth

O entorno da rodovia ao longo dessa extensão é extremamente urbanizado e a velocidade máxima permitida é de 60 km/h. A maior parte das colisões se deve à formação de

filas obrigando os veículos efetuarem paradas bruscas. Em muitas situações o veículo que vem imediatamente atrás não consegue frear e acaba colidindo na traseira do que está a sua frente, ocasionando, em algumas situações, a colisão com dois ou mais veículos caracterizando um engavetamento.

É um segmento onde seriam necessárias vias marginais para atender o tráfego local e apenas um acesso à rodovia SC-401. Tal modificação poderia permitir o aumento da velocidade regulamentar diminuindo sensivelmente os congestionamentos.

Outra rodovia que registra segmentos com grande número de colisões é a rodovia SC-404, trecho Entroncamento da SC-401 (Itacorubi) - Lagoa da Conceição. Praticamente em todo o trecho (com exceção do último segmento entre os quilômetros 6,0 e 6,4), foram registrados consideráveis quantidades de colisões, conforme se pode observar na Figura 69 nos traços em cores vermelho e laranja. A rodovia se desenvolve em pista simples, com elevada ocupação das suas margens e elevado volume de tráfego (VMDA de 16.700 veículos).

Entre os quilômetros 0 e 4, onde se concentram as maiores quantidades de colisões, esta rodovia se desenvolve em região plana, com margens densamente povoada, muitos acessos à estabelecimentos comerciais, faculdades, órgãos públicos, conjuntos residenciais e outros, cuja interferência na rodovia exige a redução de velocidade dos veículos vindo a ocasionar a formação de filas e conseqüentemente muitas colisões traseiras.

O trecho do quilômetro 4 ao quilômetro 6 faz parte do chamado morro da Lagoa, com curvas fechadas em rampa acentuada que exige a redução brusca de velocidade e em muitas situações ocorre a formação de filas de veículos, o que leva a muitas colisões traseiras.

Ao longo da rodovia SC-404, nos quatro anos pesquisados, foram registradas 489 colisões do tipo traseira, frontal e engavetamento, sendo que apenas 59 (12%) foram frontais. Dessas colisões frontais algumas aconteceram por perda de controle do veículo e outras em situações de acesso de dois veículos à rodovia, em sentidos opostos.

Fica bem caracterizado que as colisões são conseqüência principalmente da formação de filas e que a rodovia está com sua capacidade de tráfego no limite.



Figura 69 - Imagem de satélite da rodovia SC-404 entre o km 0,0 e km 6,4
 Fonte: Adaptado do GoogleEarth

Na rodovia SC-405 ocorreram 405 colisões nos quatro anos pesquisados, sendo que apenas 49 (12%) foram colisões frontais. As condições deste trecho rodoviário, o comportamento dos motoristas e as prováveis causas das colisões são semelhantes ao trecho da rodovia SC-404, anteriormente analisado.

Entre os quilômetros 0,0 e 4,0 da rodovia SC-405 houve a concentração de número considerável de colisões (341 ocorrências), sendo que dois segmentos entre os quilômetros 0,0 e 1,0 e quilômetros 2,0 e 3,0 registraram as maiores quantidades (122 e 87 registros, respectivamente). São segmentos rodoviários com as margens totalmente tomadas por diversos tipos de estabelecimentos o que provoca muitas entradas e saídas da rodovia por parte dos

veículos. Também é o principal acesso ao sul da Ilha, densamente povoado, que se caracteriza por ser uma área com muitas residências e conjuntos habitacionais, em constante expansão.

O volume de tráfego médio diário anual, na ordem de 22.000 veículos, é um dos maiores do Estado, que se eleva nos finais de semana e na época de veraneio.

A Figura 70 ilustra essa situação do trecho inicial da rodovia SC-405, mostrando a intensa urbanização do seu entorno.

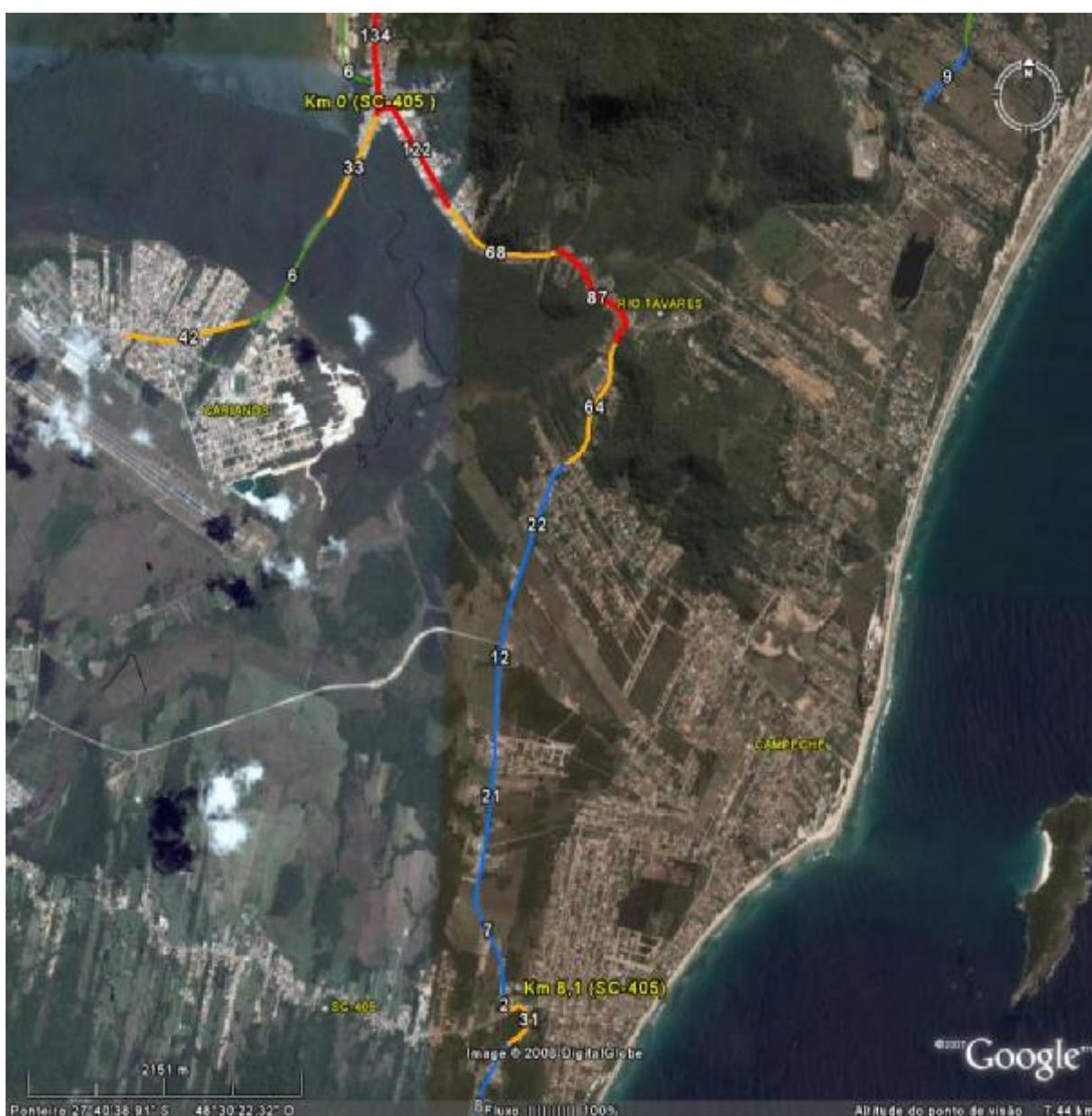


Figura 70 - Imagem de satélite da rodovia SC-405 entre o km 0,0 e km 8,1
Fonte: Adaptado do GoogleEarth

4.2.2.4 Choques

As quantidades de choques por segmento são mostradas na Figura 71, na cor vermelha. Os segmentos que registram as maiores quantidades de choques pelo critério de divisão de classes deste trabalho são apenas dois e se localizam na Ilha de Santa Catarina.

Uma análise mais apurada no banco de dados mostra que os agentes de trânsito registraram muitos acidentes tipo “colisão traseira” como “choque em veículo parado”.

É necessário identificar se o veículo contra o qual houve a batida estava se deslocando e parou sobre a pista, o que caracteriza uma colisão, ou se estava estacionado fora da pista, o que caracteriza um choque.

Para tanto, além da pesquisa na planilha de acidentes é necessário também uma verificação em cada boletim de ocorrência, o que demandaria um longo tempo e foge do objetivo deste trabalho.

Dessa forma, qualquer análise fica prejudicada sem que se faça uma verificação de acidente por acidente onde houve este tipo de indicação.

Diante disso, neste trabalho apenas são indicados os segmentos que registraram choques conforme mostrado na Figura 71 e Figura 72.

Tabela 10 - Relação de segmentos rodoviários onde foram registradas as maiores quantidades de choques

Rodovia	Trecho	Km Início	Km Fim	VMDA	Total de Choques
SC401	Acesso p/ Sambaqui - Entroncamento SC-404 (Itacorubi)	18,00	19,00	33.143	147
SC401	Acesso p/ Sambaqui - Entroncamento SC-404 (Itacorubi)	19,00	19,97	33.143	96

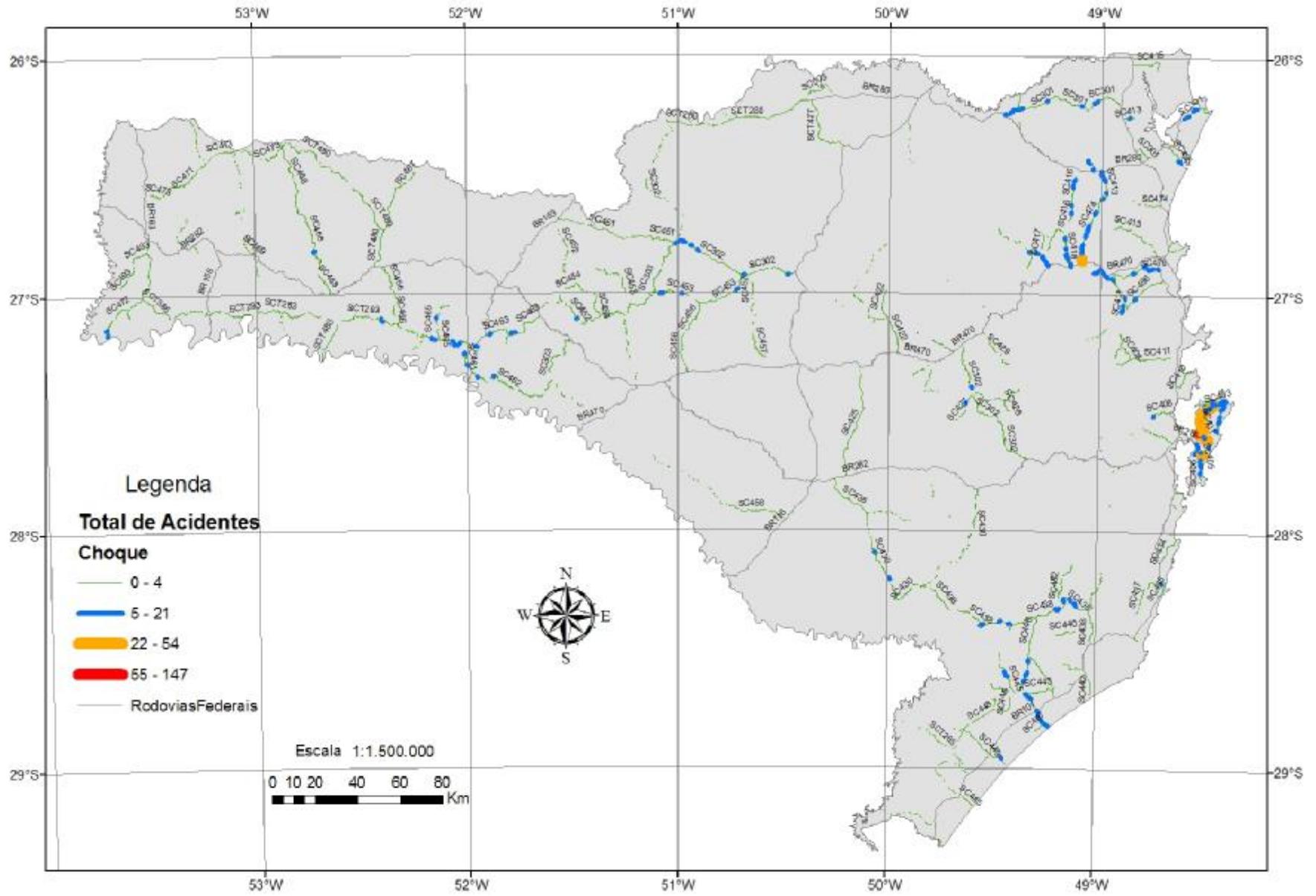


Figura 71 - Quantidade de choques por segmento entre os anos de 2002 e 2005

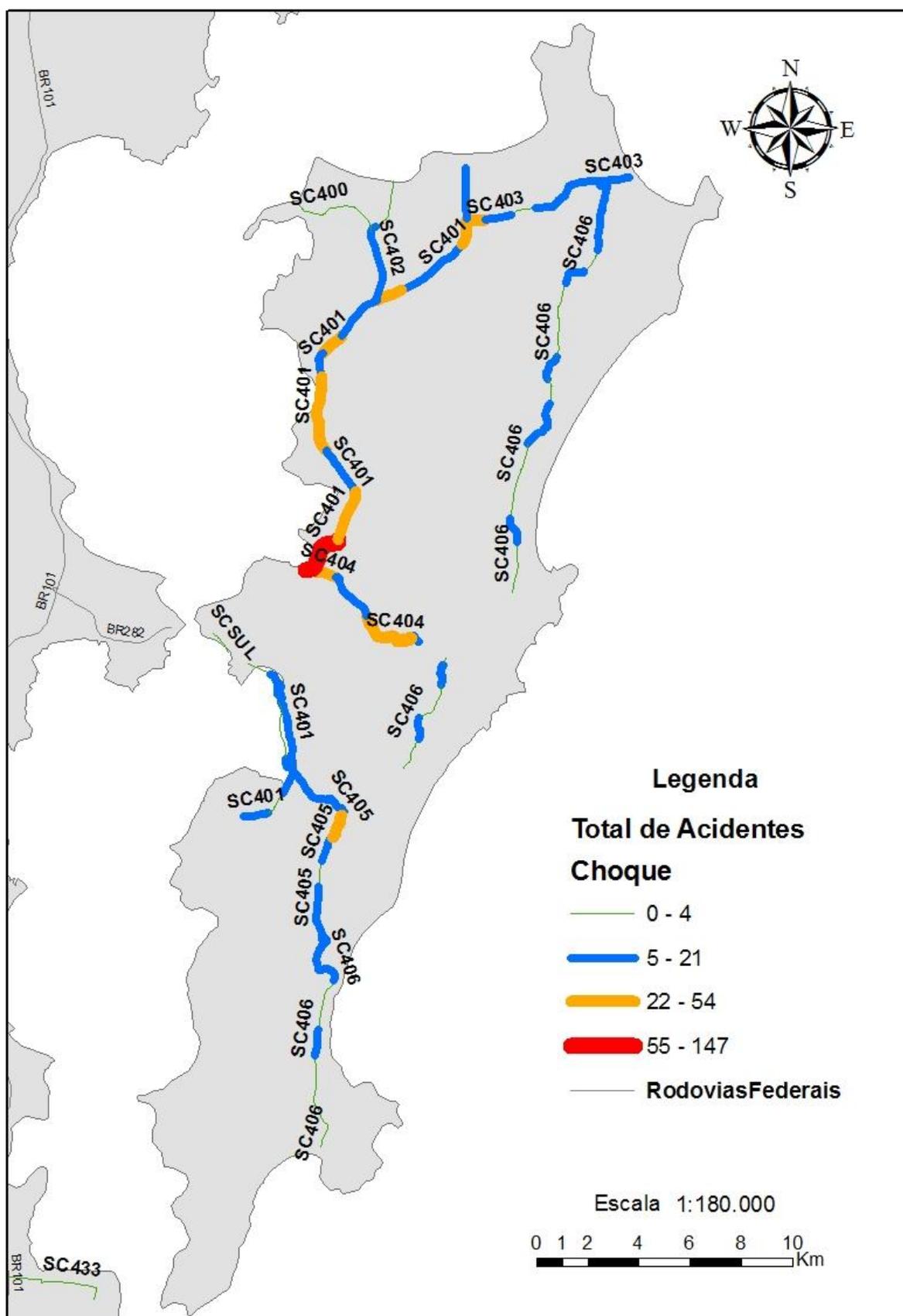


Figura 72 - Quantidade de choques por segmento entre os anos de 2002 e 2005 na Ilha de Santa Catarina

4.2.2.5 Saídas de pista

Quinze segmentos rodoviários, assinalados no mapa da Figura 73 em cor vermelha e relacionados na Tabela 11, possuem registros de mais de 20 saídas de pista nos quatro anos analisados. A Ilha de Santa Catarina concentra a maior quantidade de segmentos, em número de 9, que são destacados na cor vermelha na Figura 77.

Tabela 11 - Relação de segmentos rodoviários onde foram registradas as maiores quantidades de saídas de pista

Rodovia	Trecho	Km Início	Km Fim	VMDA	Total de Saídas de Pista
SC280A	Entroncamento SC-301 (p/ Fragosos) - Entroncamento BR-280 (São Bento do Sul)	3,00	4,00	7.210	30
SC301	Entroncamento BR-101 (Pirabeiraba) - Campo Alegre - São Bento do Sul	91,00	92,00	3.378	28
SC401	Entroncamento SC-403 (p/ Ingleses) - Entroncamento SC-402 (p/ Jurerê)	2,00	3,00	24.728	24
SC401	Entroncamento SC-403 (p/ Ingleses) - Entroncamento SC-402 (p/ Jurerê)	6,00	7,00	24.728	23
SC401	Acesso p/ Sambaqui - Entroncamento SC-404 (Itacorubi)	16,00	17,00	33.143	25
SC401	Acesso p/ Sambaqui - Entroncamento SC-404 (Itacorubi)	17,00	18,00	33.143	29
SC401	Acesso p/ Sambaqui - Entroncamento SC-404 (Itacorubi)	18,00	19,00	33.143	51
SC401	Acesso p/ Sambaqui - Entroncamento SC-404 (Itacorubi)	19,00	19,97	33.143	63
SC404	Entroncamento SC-401 (Itacorubi) - Lagoa da Conceição	0,00	1,00	16.700	24
SC404	Entroncamento SC-401 (Itacorubi) - Lagoa da Conceição	5,00	6,00	21.329	27
SC406	Entroncamento SC-403 (Ingleses) - Barra da Lagoa	10,00	11,00	4.826	26
SC438	Rio Lavatudo - São Joaquim	44,00	45,00	1.408	28
SC438	Distrito de Guatá - Lauro Müller	150,00	151,00	1.428	27
SC468	São Lourenço do Oeste - Formosa do Sul - Coronel Freitas	66,00	67,00	1.999	39
SCT480	Entroncamento SC-451 (Ipuçu) - Entroncamento BR-282 (Xanxerê)	71,00	72,00	1.317	33

Observa-se que o acidente de trânsito tipo “saída de pista” se distribuiu ao longo da malha rodoviária do Estado em quantidades consideráveis. Enquanto os demais tipos de acidentes aqui analisados se concentram em locais com volume de tráfego alto ou regiões den-

samente povoadas as saídas de pista ocorrem principalmente em áreas rurais, não necessariamente de alto volume de tráfego, com exceção das rodovias situadas na Ilha de Santa Catarina.

Nota-se com mais detalhe nas imagens de satélite das análises apresentadas que as ocorrências se dão em curvas acentuadas, que surgem abruptamente após tangentes que permite o tráfego em alta velocidade. Em muitas situações estas curvas se encontram em rampas com declive acentuado.

Todos os segmentos que ficam no interior do Estado têm uma característica em comum: o traçado da rodovia. Existe em todos eles pelo menos uma curva acentuada o que explica a grande quantidade de saídas de pista quando aliada a uma velocidade incompatível para o local.

As rodovias do oeste do Estado, em sua maioria, possuem um traçado com grande quantidade de curvas, cuja implantação ocorreu em praticamente toda a sua extensão sobre a abertura pioneira. Nestes trechos é comum a existência de tangentes extensas seguidas de uma curva com pequeno raio, o que obriga o motorista a reduzir a velocidade para até 50 km/h. Muitas vezes o motorista desatento não consegue a redução em tempo o que ocasiona a saída de pista.

Nessa parte do Estado há dois segmentos que apresentaram uma quantidade significativa de saídas de pista e se encontram em área completamente rural. O primeiro está na rodovia SCT-480, trecho Ipuacú – Bom Jesus (no entroncamento com a rodovia SC-467 que vai para Abelardo Luz), entre os quilômetros 71,0 e 72,0 e o segundo está na rodovia SC-468, trecho São Lourenço do Oeste – Formosa do Sul, entre os quilômetros 66,0 e 67,0.

Neste último segmento existe uma curva acentuada junto a uma ponte e praticamente todas as saídas de pista ocorreram em um só ponto, o que demonstra claramente a geometria inadequada da rodovia no local.

No norte do Estado se encontram dois segmentos onde ocorreram muitas saídas de pista. Além do segmento da rodovia SC-301, analisado a seguir, aconteceram muitas saídas de pista no acesso a São Bento do Sul, na rodovia denominada SC-280A, em área urbanizada.

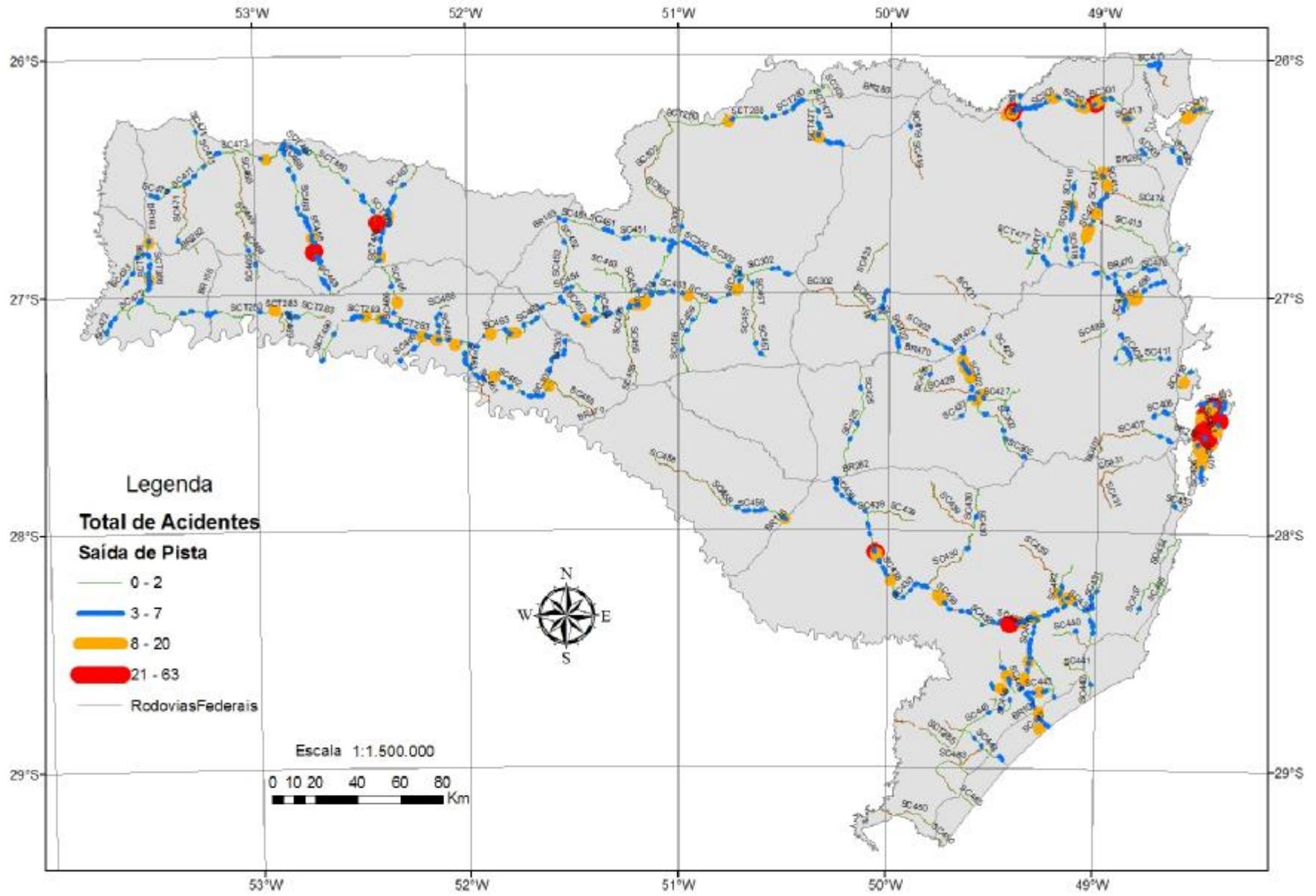


Figura 73 - Quantidade de saídas de pista por segmento entre os anos de 2002 e 2005

A Figura 74 mostra o segmento entre os quilômetros 91 e 92 da rodovia SC-301, trecho Entroncamento BR-101 (Distrito de Pirabeiraba) – Campo Alegre – São Bento do Sul, que se localiza no norte do Estado, onde ocorreram 28 saídas de pista (54% do total de acidentes).

Entre os quilômetros 88,0 e 92,0, é feita a transposição da serra, com várias curvas de raio pequeno, em seqüência exigindo baixas velocidades que para alguns veículos maiores e mais pesados pode chegar a 20 km/h.

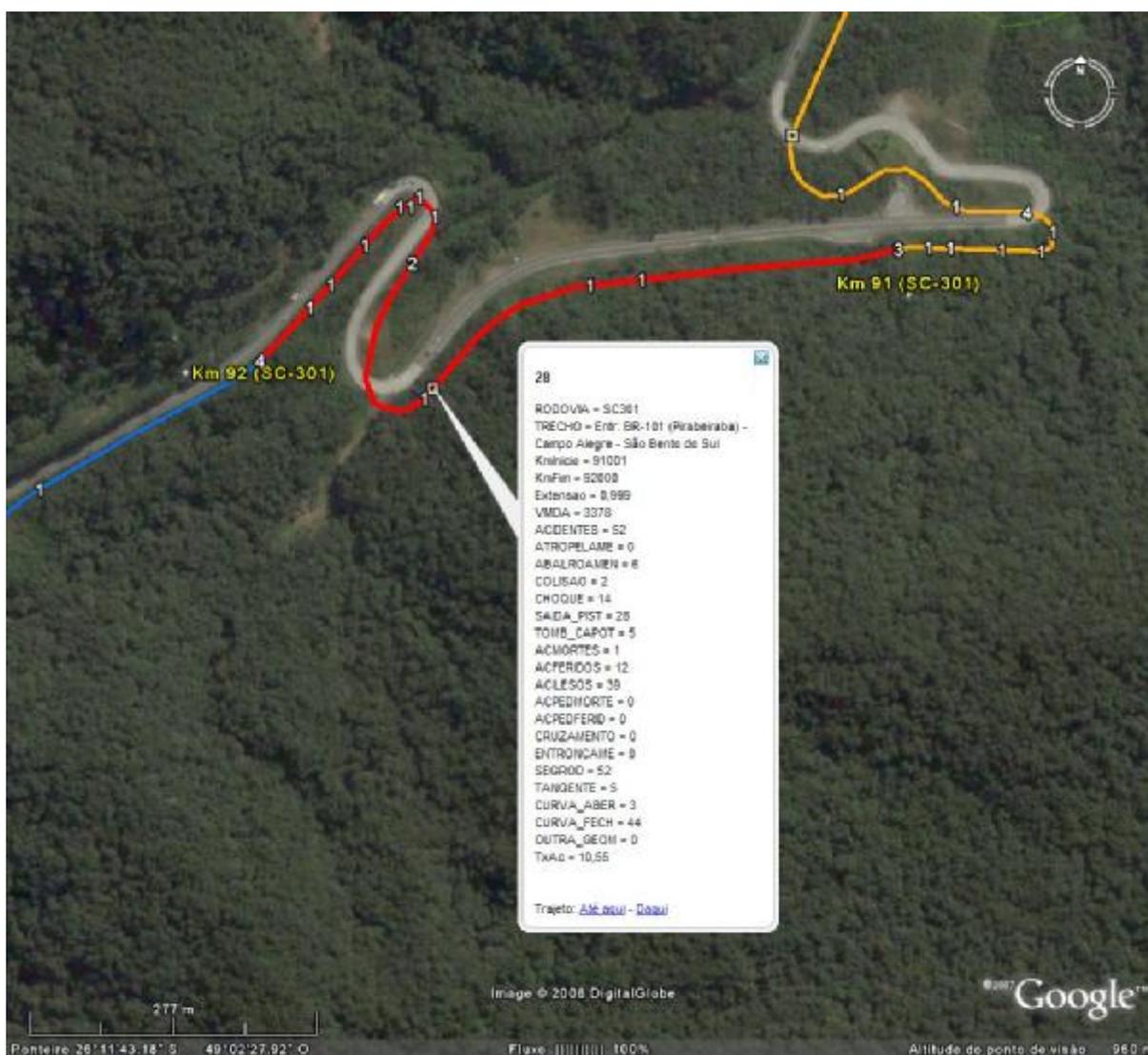


Figura 74 - Imagem de satélite da rodovia SC-301 entre o km 91,0 e km 92,0

Fonte: Adaptado do GoogleEarth

Nesse segmento a velocidade incompatível para o local pode ser a causa das saídas de pista.

Uma análise um pouco mais abrangente, levando em consideração o segmento que antecede o quilômetro 91,0 (entre os quilômetros 90,0 e 91,0) o número de saídas de pista também é elevado (20 saídas de pista).

No entanto entre os quilômetros 88,0 e 89,0, onde também existem duas curvas bem acentuadas o número de saídas de pista é bem menor (2 num total de 12 acidentes).

A ocorrência deste tipo de acidente no segmento em questão pode ser explicada pela existência de um pequeno trecho em tangente que permite ao motorista aumentar a velocidade do veículo.

O quilômetro 91,8 que se localiza em uma curva bem acentuada, registrou um total de 11 saídas de pista. Esta é a primeira curva acentuada na descida da serra (sentido Campo Alegre – Pirabeiraba), e o motorista desatento acaba entrando na curva em velocidade incompatível.

A rodovia SC-438 possui dois segmentos com considerável número de saídas de pista. No trecho Rio Lavatudo – São Joaquim, entre os quilômetros 44,0 e 45,0, e entre os quilômetros 150,0 e 151,0, trecho Distrito de Guatá – Lauro Muller.

O segmento entre os quilômetros 150,0 e 151,0 (ver Figura 75), em 48 acidentes ocorridos no período de 2002 a 2005, 27 foram saídas de pista (56% do total de acidentes do segmento).

Existe uma seqüência de cinco curvas de raio pequeno que exigem dos veículos uma redução de velocidade, pois antes destas curvas o trecho permite desenvolver altas velocidades.

O VMDA de 1.428 veículos possibilita que se desenvolvam altas velocidades, pois não existe um fluxo contínuo de veículos e em muitos momentos o motorista trafega sozinho pela via.

Observa-se que existe uma concentração de acidentes juntos as curvas que se encontram no meio do segmento.

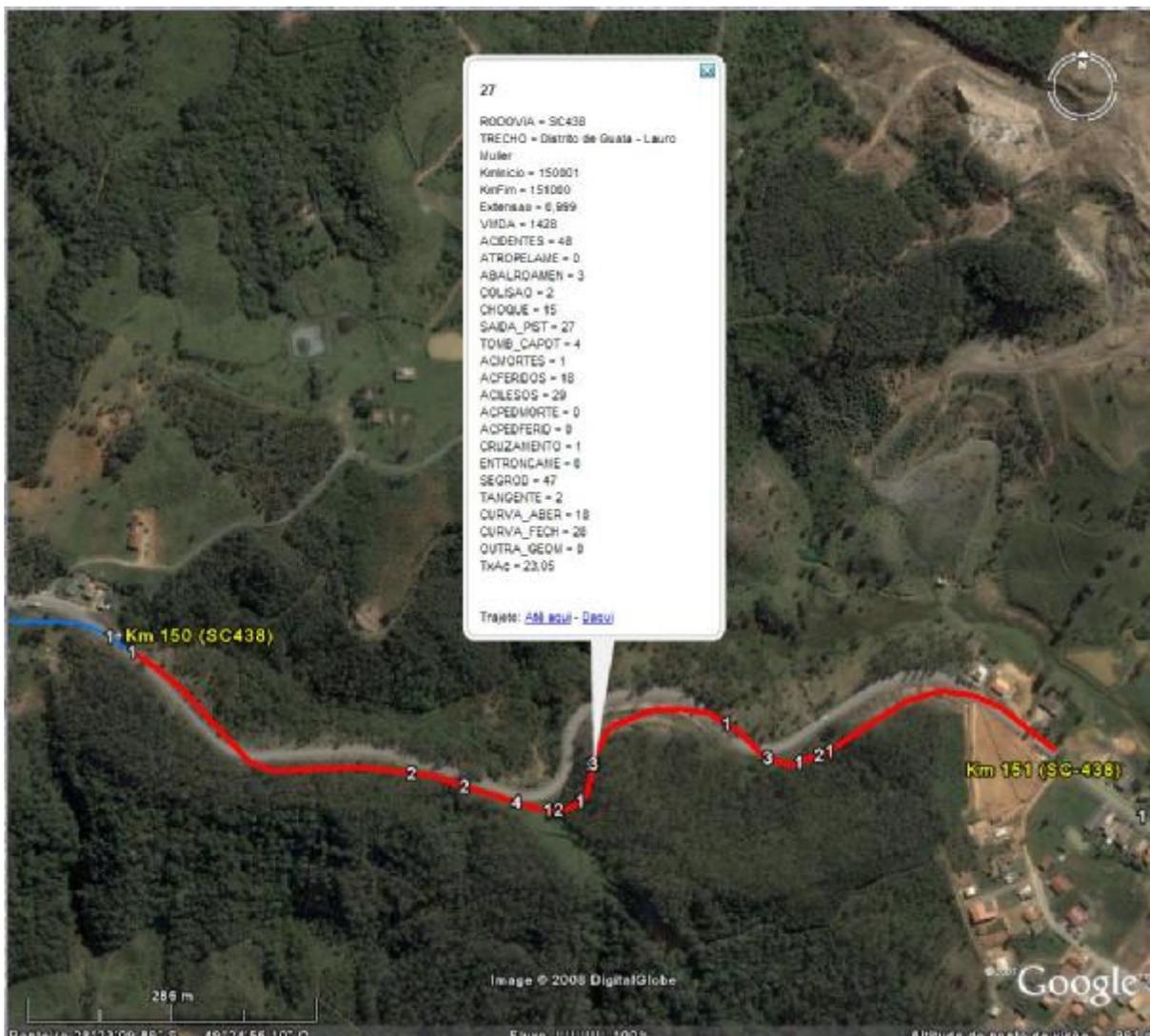


Figura 75 - Imagem de satélite da rodovia SC-438 entre o km 150,0 e km 151,0
 Fonte: Adaptado do GoogleEarth

Na rodovia SCT-480, no segmento entre os quilômetros 71,0 e 72,0, mostrado na Figura 76, em 39 acidentes registrados, 85% (33 acidentes) foram saídas de pista. Os acidentes se concentraram na curva, numa extensão aproximada de 150 metros.

Todo o trecho, desde a cidade de São Domingos até o entroncamento com a rodovia SC-467, em Bom Jesus, possui muitas curvas acentuadas, numa região ondulada. Este segmento se caracteriza, também, por possuir antes da curva uma considerável extensão em reta o que permite o desenvolvimento de velocidades excessivas.

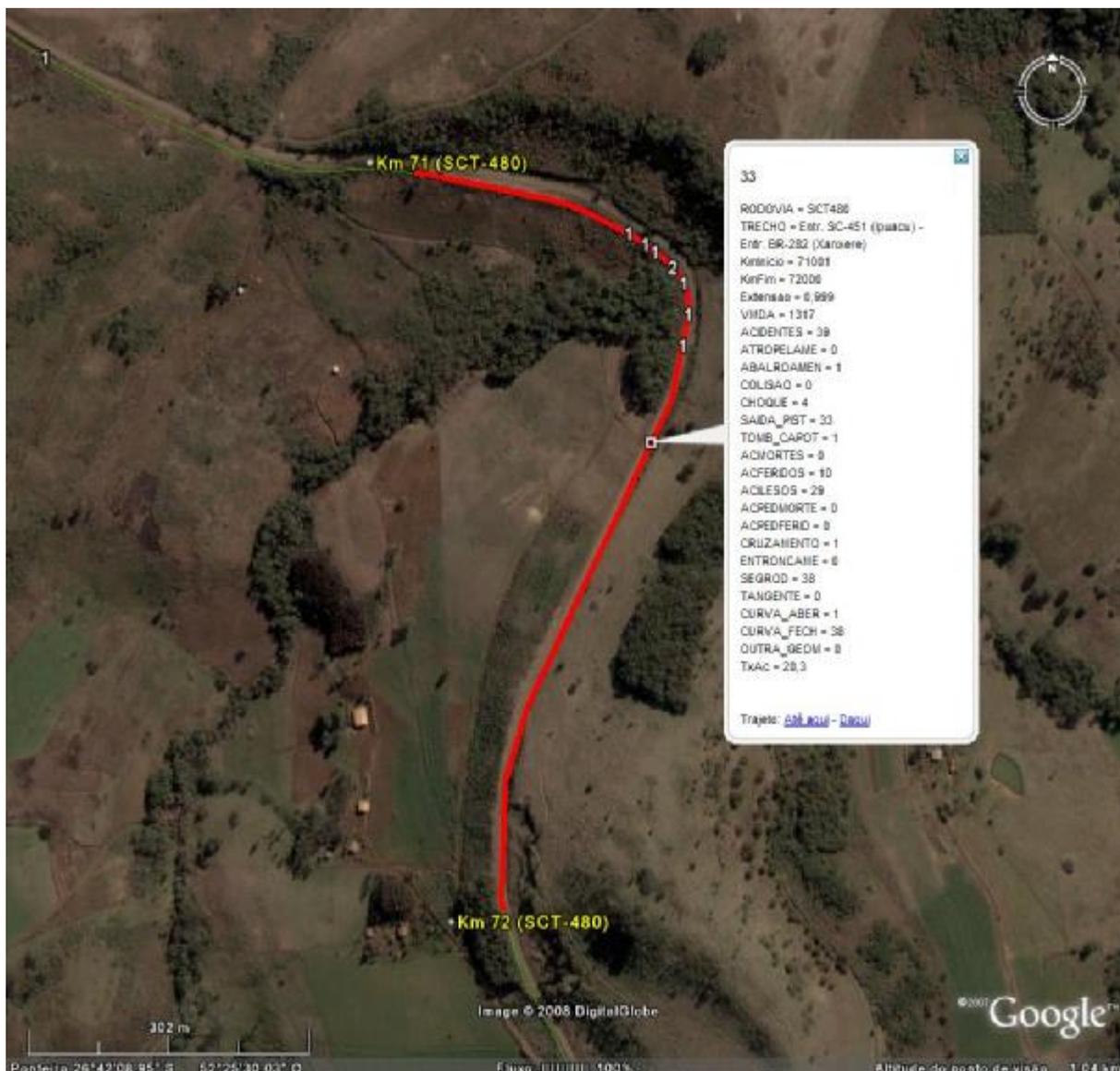


Figura 76 - Imagem de satélite da rodovia SCT-480 entre o km 71,0 e km 72,0
 Fonte: Adaptado do GoogleEarth

Na Ilha de Santa Catarina, conforme mostrado na Figura 77, os segmentos com quantidade de saídas de pista acima de 20 (na cor vermelha) estão localizados principalmente na parte norte.

As rodovias SC-401 e SC-404 continuam concentrando, também, este tipo de ocorrência, mas aparece um segmento da rodovia SC-406, rodovia que não registrou altos números de outro tipo de acidente.

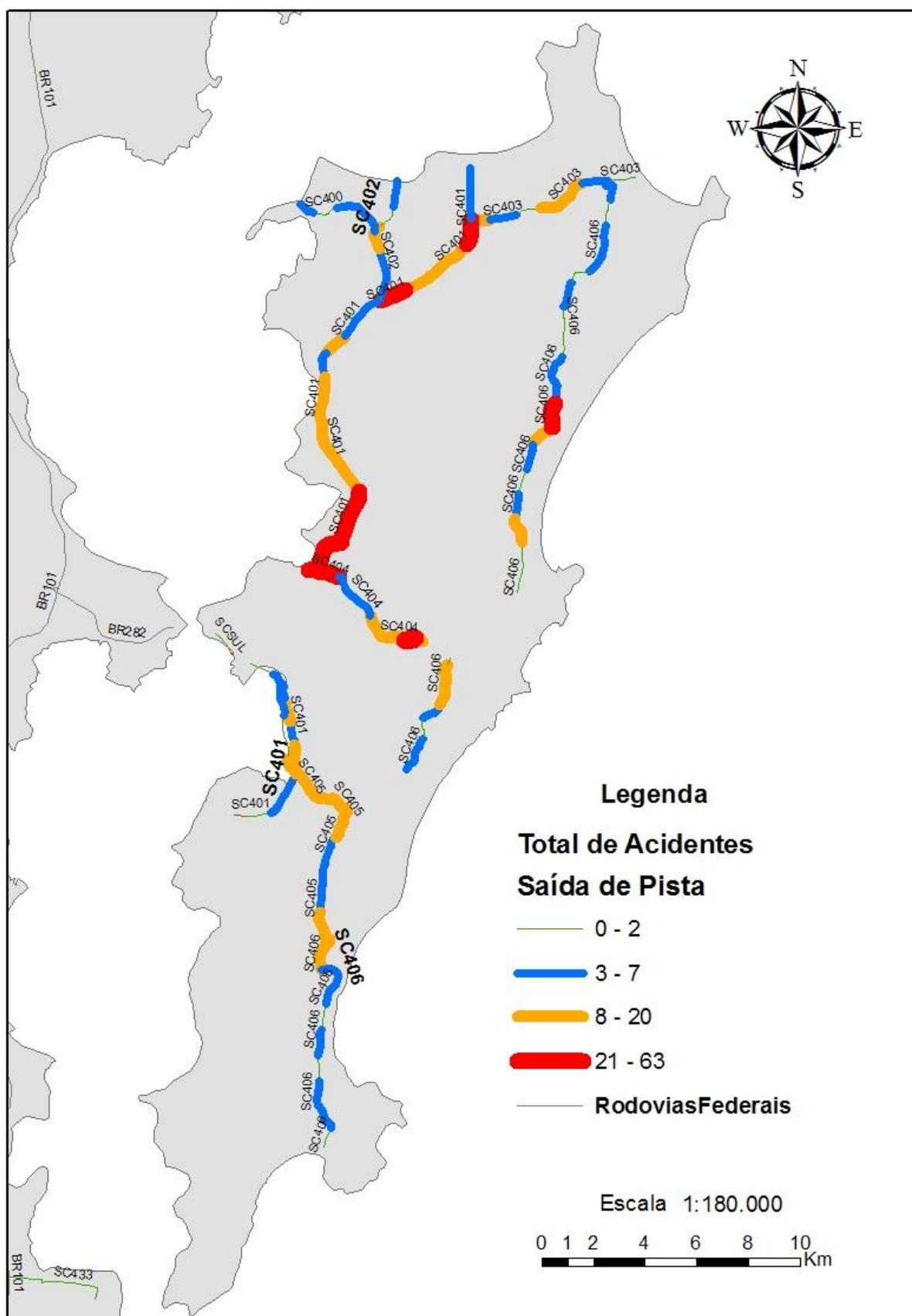


Figura 77 - Quantidade de saídas de pista por segmento entre os anos de 2002 e 2005 na Ilha de Santa Catarina

A rodovia SC-401 apresentou seis segmentos com número de saídas de pista acima de 20, sendo que dois se localizam na parte de pista simples e os outros estão na parte duplicada próximos ao entroncamento com a rodovia SC-404.

Entre os quilômetros 2,0 e 3,0 (ver Figura 78), onde está inserida a interseção com a rodovia SC-403 (acesso à praia dos Ingleses) foram registradas 24 saídas de pista. Este segmento possui terceira faixa no sentido Canasvieiras – Centro.

As saídas de pista se distribuem em toda a extensão do segmento, cabendo ressaltar que entre os quilômetros 2,6 e 2,8 foram registradas 15 ocorrências. Esta extensão de 200 metros está inserida em uma curva de grande raio e que permite o desenvolvimento de velocidades que podem ser incompatíveis para o local.



Figura 78 - Imagem de satélite da rodovia SC-401 entre o km 2,0 e km 3,0
Fonte: Adaptado do GoogleEarth

Entre os quilômetros 5,0 e 6,0 da rodovia SC-404, no chamado morro da Lagoa, existe um segmento que registrou mais de 20 acidentes (ver Figura 79). Ele se desenvolve em uma rampa de declividade acentuada, com quatro curvas de pequeno raio que exigem velocidades baixas para serem contornadas com segurança. Foram 27 ocorrências distribuídas ao longo do segmento, com pequena predominância de quantidade nas curvas intermediárias e no final do morro, também no final do segmento, junto a outra curva de raio acentuado.



Figura 79 - Imagem de satélite da rodovia SC-404, entre o km 5,0 e km 6,0

Fonte: Adaptado do GoogleEarth

4.2.3 Quantidade de acidentes com mortes por segmento rodoviário

Os acidentes que registraram pelo menos 1 morte se distribuíram em vários segmentos em todo o Estado, com uma maior concentração de segmentos nas regiões mais próximas ao litoral, junto a centros de alta densidade populacional e em rodovias de volume de tráfego intenso.

São 4 os segmentos assinalados em vermelho na Figura 80 e relacionados na Tabela 12, que registraram os maiores números de acidentes com morte.

Três segmentos estão na Ilha de Santa Catarina e o outro segmento se localiza na rodovia SC-438, dentro da área urbana da cidade de Braço do Norte.

Tabela 12 - Relação de segmentos rodoviários onde foram registradas as maiores quantidades de acidentes com morte

Rodovia	Trecho	Km Início	Km Fim	VMDA	Total de acidentes com morte
SC401	Entroncamento SC-403 (p/ Ingleses) - Entroncamento SC-402 (p/ Jurere)	5,00	6,00	24.728	7
SC401	Acesso p/ Sambaqui - Entroncamento SC-404 (Itacorubi)	15,00	16,00	33.143	6
SC403	Ingleses - Entroncamento SC-401	3,00	4,00	20.684	5
SC438	Braço do Norte - Gravatal	185,00	186,00	5.706	5

O segmento da rodovia SC-438 se localiza entre os quilômetros 185,0 e 186,0, dentro da área urbana da cidade de Braço do Norte, mostrado com destaque na Figura 81.

Ali foram registrados 5 acidentes com mortes, sendo que 2 envolveram pedestres. Destaca-se que todos os acidentes foram anotados no quilômetro 186,0, o que torna este ponto extremamente crítico.

É necessária uma melhor análise em todos os boletins de ocorrência para verificar se os acidentes aconteceram exatamente neste local ou se aconteceram ao longo do quilômetro e foram lançados indevidamente em um único ponto.

Os demais segmentos do Estado não registraram números elevados de acidentes com morte. No entanto, observa-se que na quase totalidade dos trechos houve este tipo de ocorrência.

Tal constatação demonstra que apesar de não apresentar segmentos críticos é necessária uma análise mais detalhada de todos os demais segmentos. Observou-se em muitos segmentos que a quantidade total de acidentes é pequena, mas que muitos resultaram em morte das pessoas envolvidas.

Uma das formas de diagnosticar melhor essa situação seria calcular uma taxa relacionando a quantidade de acidentes com morte e a quantidade de acidentes.

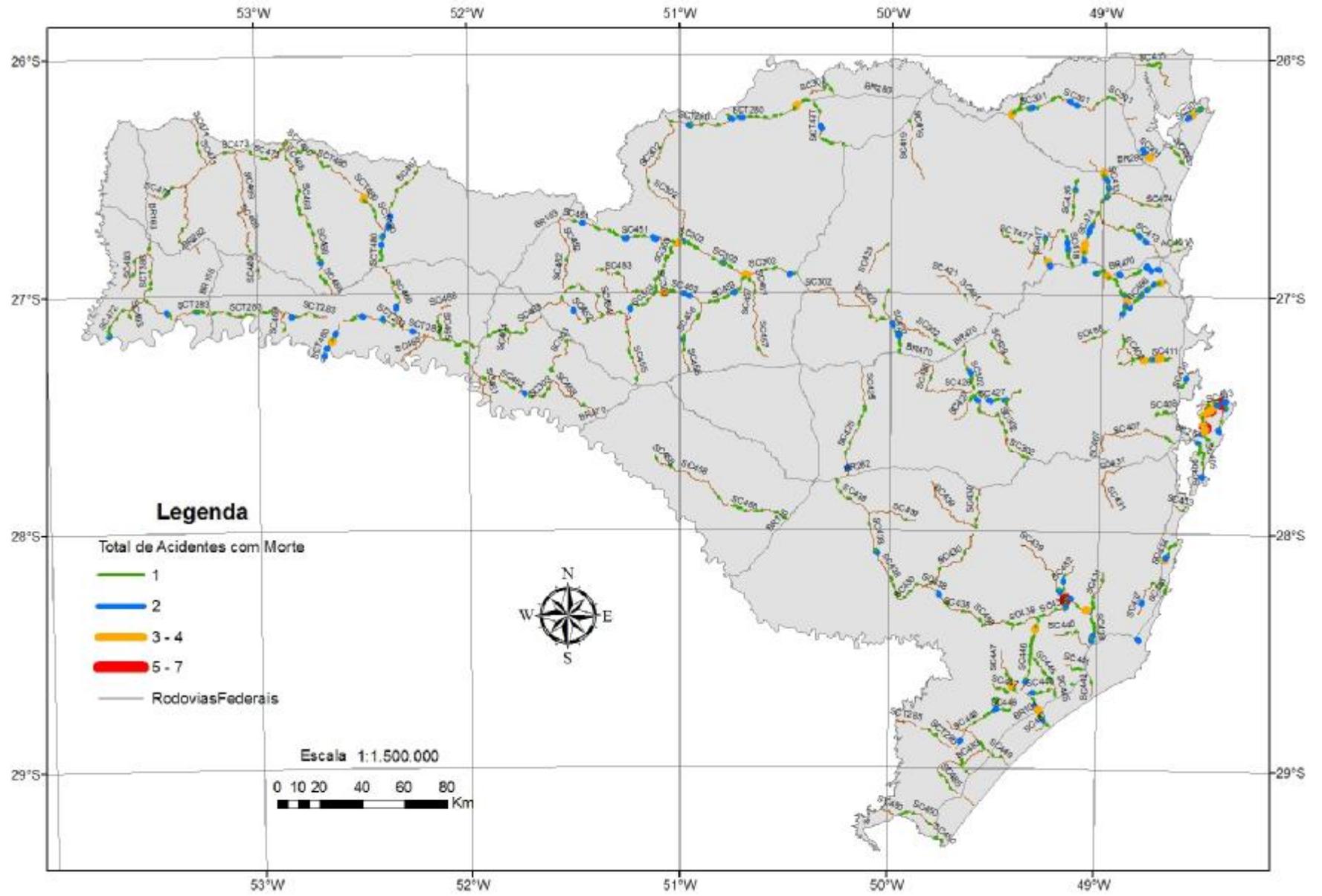


Figura 80 - Quantidade de acidentes com morte por segmento entre os anos de 2002 e 2005



Figura 81 - Imagem de satélite da rodovia SC-438 entre o km 185,0 e km 186,0
 Fonte: Adaptado do GoogleEarth

Na Ilha de Santa Catarina são três os segmentos que registraram entre 5 e 7 mortes que aparecem em vermelho na Figura 82.

Destes, dois se encontram na rodovia SC-401 e um está na rodovia SC-403, segmentos de alto volume de tráfego e densa ocupação das margens da rodovia, com muitos entroncamentos e tráfego intenso de pedestres.

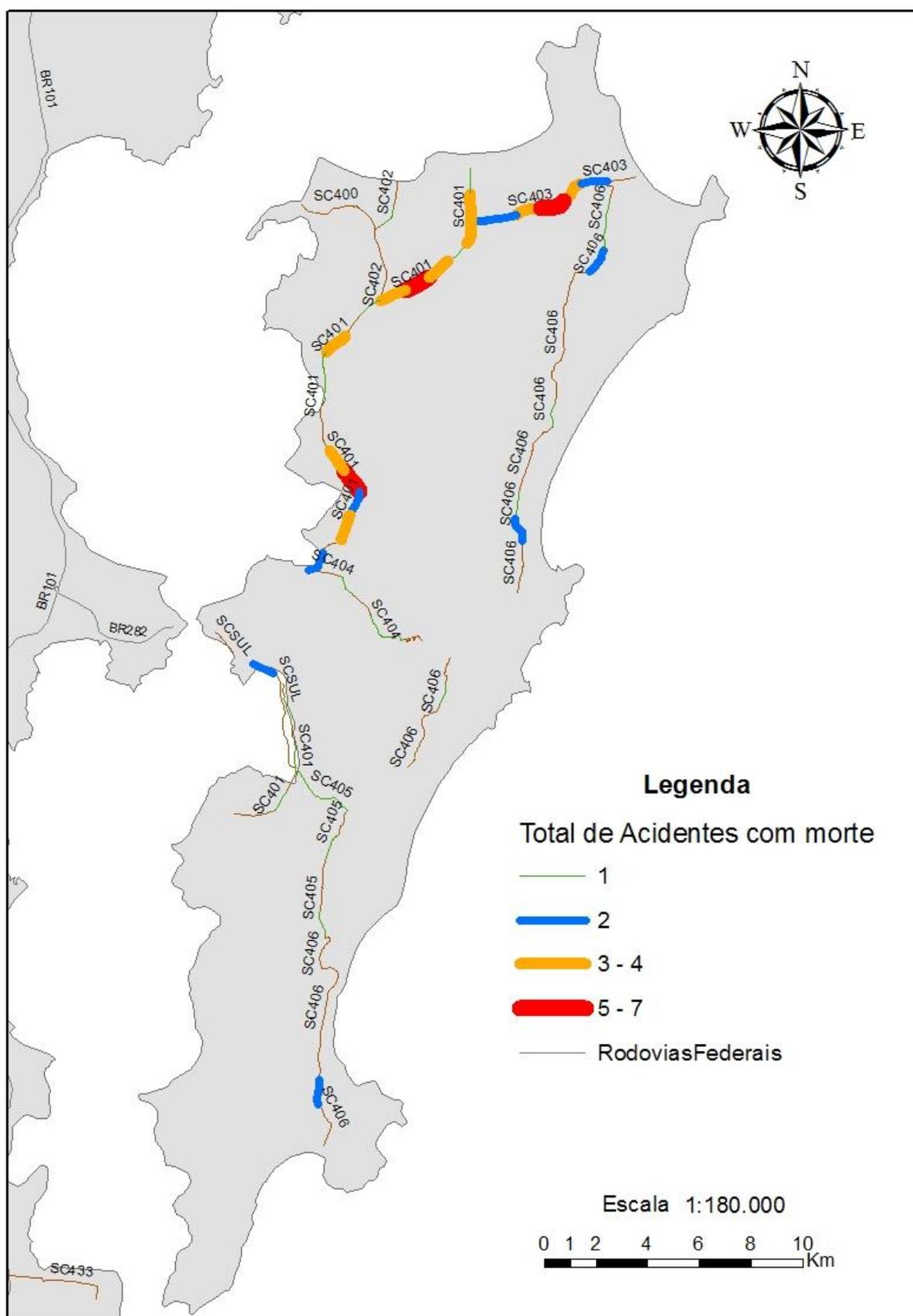


Figura 82 - Quantidade de acidentes com morte por segmento entre os anos de 2002 e 2005 na Ilha de Santa Catarina

Entre os quilômetros 5,0 e 6,0 da rodovia SC-401 (mostrado na Figura 83) foi registrado o maior número acidentes com morte por segmento rodoviário no Estado. Aconteceram 7 acidentes com morte, distribuídos ao longo do segmento. Dois envolveram pedestres. Neste segmento também foram registrados 106 acidentes, que apesar de não aparecer entre os segmentos de maior número na análise feita neste trabalho é considerado um número expressivo.

A pista é simples, próxima ao início da parte duplicada da rodovia com o seu entorno menos ocupado do que o dos demais segmentos da rodovia. As tentativas de ultrapassagem devido à existência de uma tangente longa, tentativa de retorno sobre a pista e perda de controle do veículo com saída de pista proveniente de excesso de velocidade são alguns dos motivos que levaram a esse número expressivo de acidentes com mortes, ou seja, ocorridos devido à imprudência de algum usuário da rodovia.

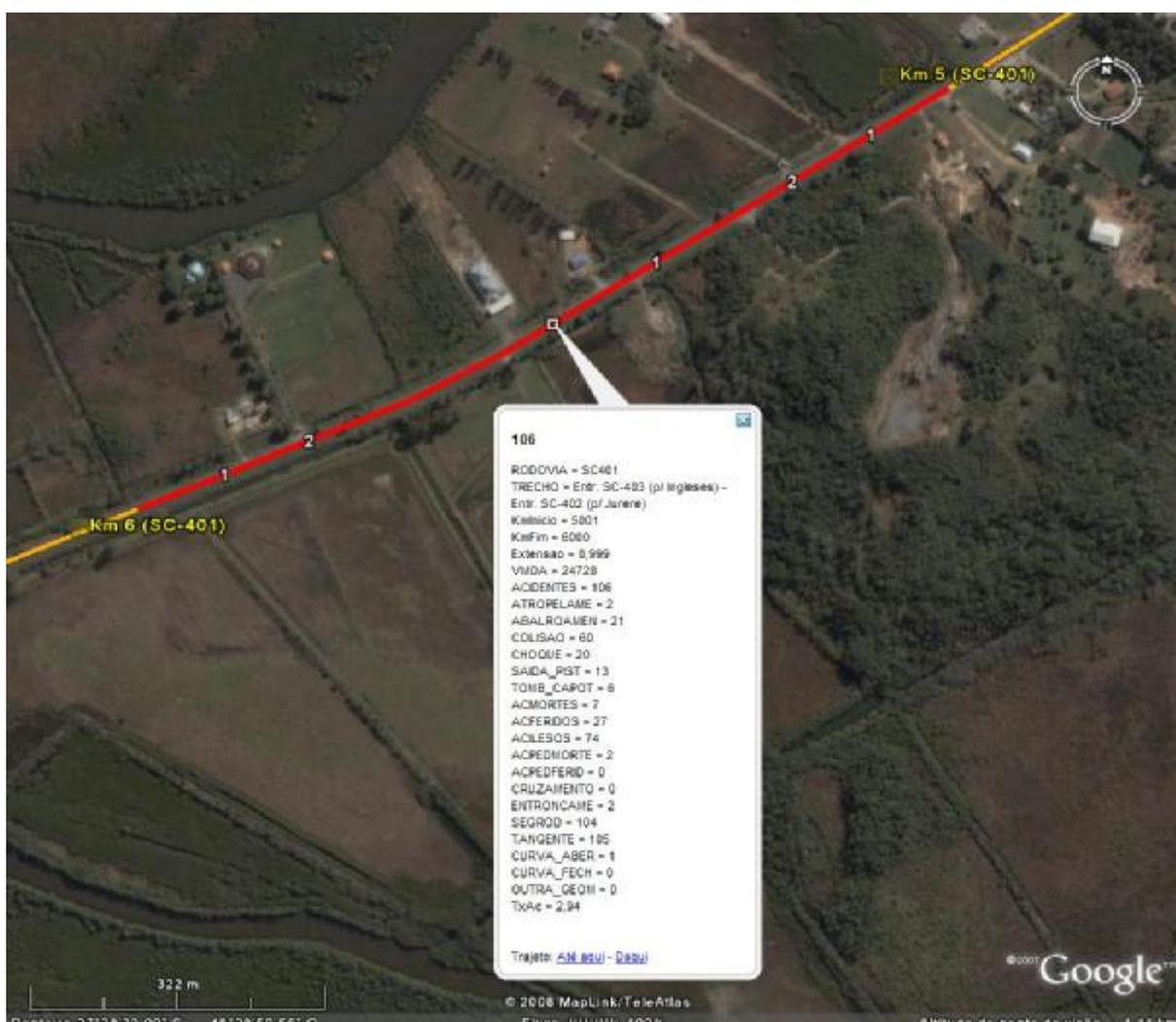


Figura 83 - Imagem de satélite da rodovia SC-401 entre o km 5,0 e km 6,0

Fonte: Adaptado do GoogleEarth

Ainda na rodovia SC-401, no segmento entre os quilômetros 15,0 e 16,0 (ver Figura 84) foram registrados 7 acidentes com mortes, de um total de 77 acidentes ali ocorridos. Ocorreram 11 atropelamentos, sendo que 5 resultaram em morte de pedestre. Os acidentes com morte se distribuíram ao longo do segmento não existindo concentração em um só local.

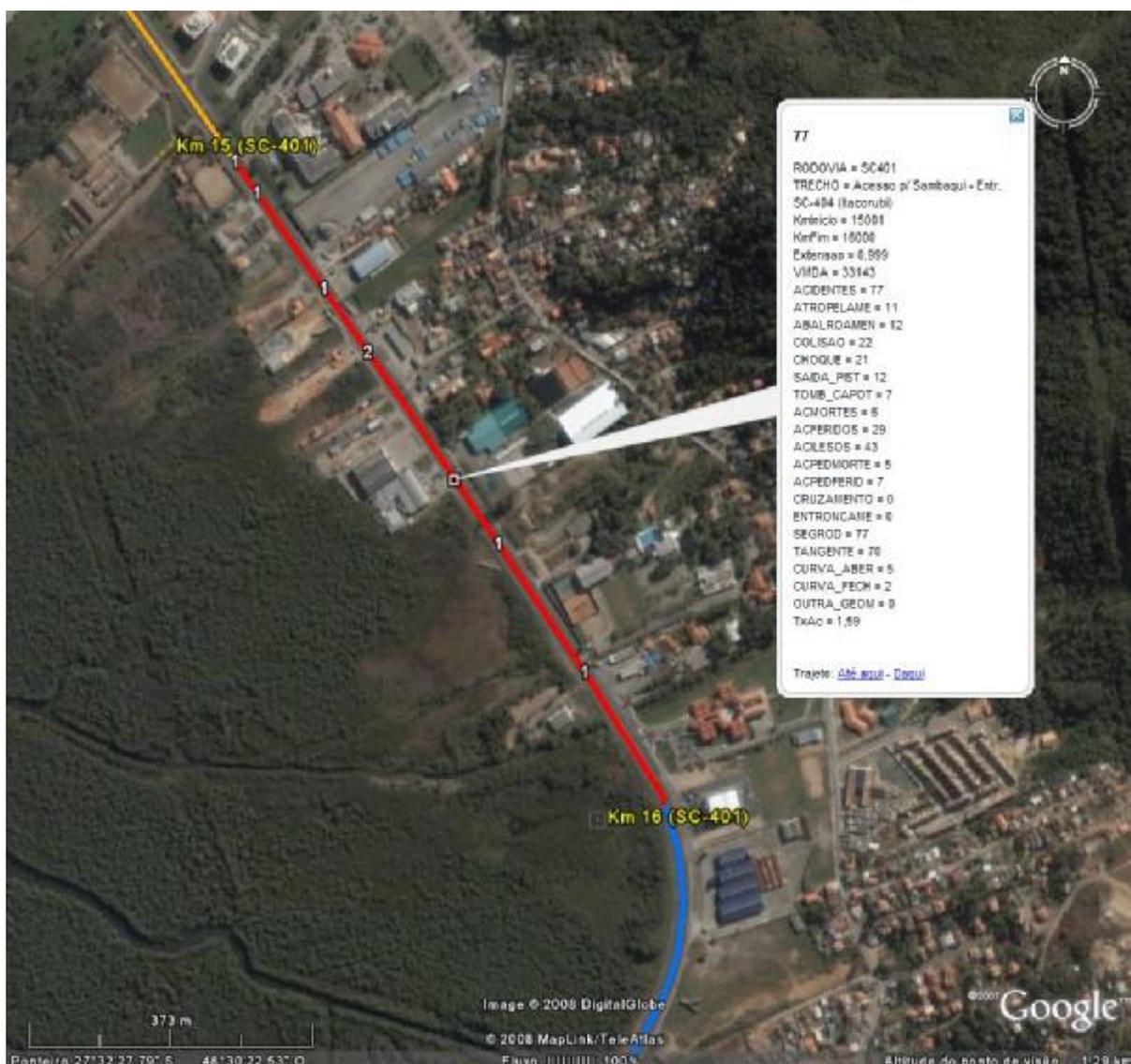


Figura 84 - Imagem de satélite da rodovia SC-401 entre o km 15,0 e km 16,0

Fonte: Adaptado do GoogleEarth

É um segmento com pista duplicada, com densa ocupação das margens da rodovia por diversos estabelecimentos comerciais e com bairros residenciais nas proximidades e alto volume médio diário de tráfego anual de 33.143 veículos, o maior do Estado de Santa Catarina. Existe passarela nas proximidades para travessia de pedestres, mas muitos insistem em atravessar diretamente na pista de rolamento. A existência de uma longa tangente também possibilita o desenvolvimento de velocidades que em muitos momentos são inadequadas para as condições da rodovia.

Fica no norte da Ilha o segmento da rodovia SC-403, entre os quilômetros 3,0 e 4,0, mostrado na Figura 85, onde foram registrados 5 acidentes com morte, sendo que 1 envolveu pedestre.

Neste segmento ocorreram 84 acidentes. Toda a sua extensão é urbanizada, com movimento intenso de pedestres e alto VMDA (20.684 veículos), além de um fluxo considerável de veículos nas vias que ficam no entorno e que entroncam com a rodovia SC-403. Também existe no local um trânsito intenso de escolares do ensino fundamental devido à existência de uma escola nas proximidades.

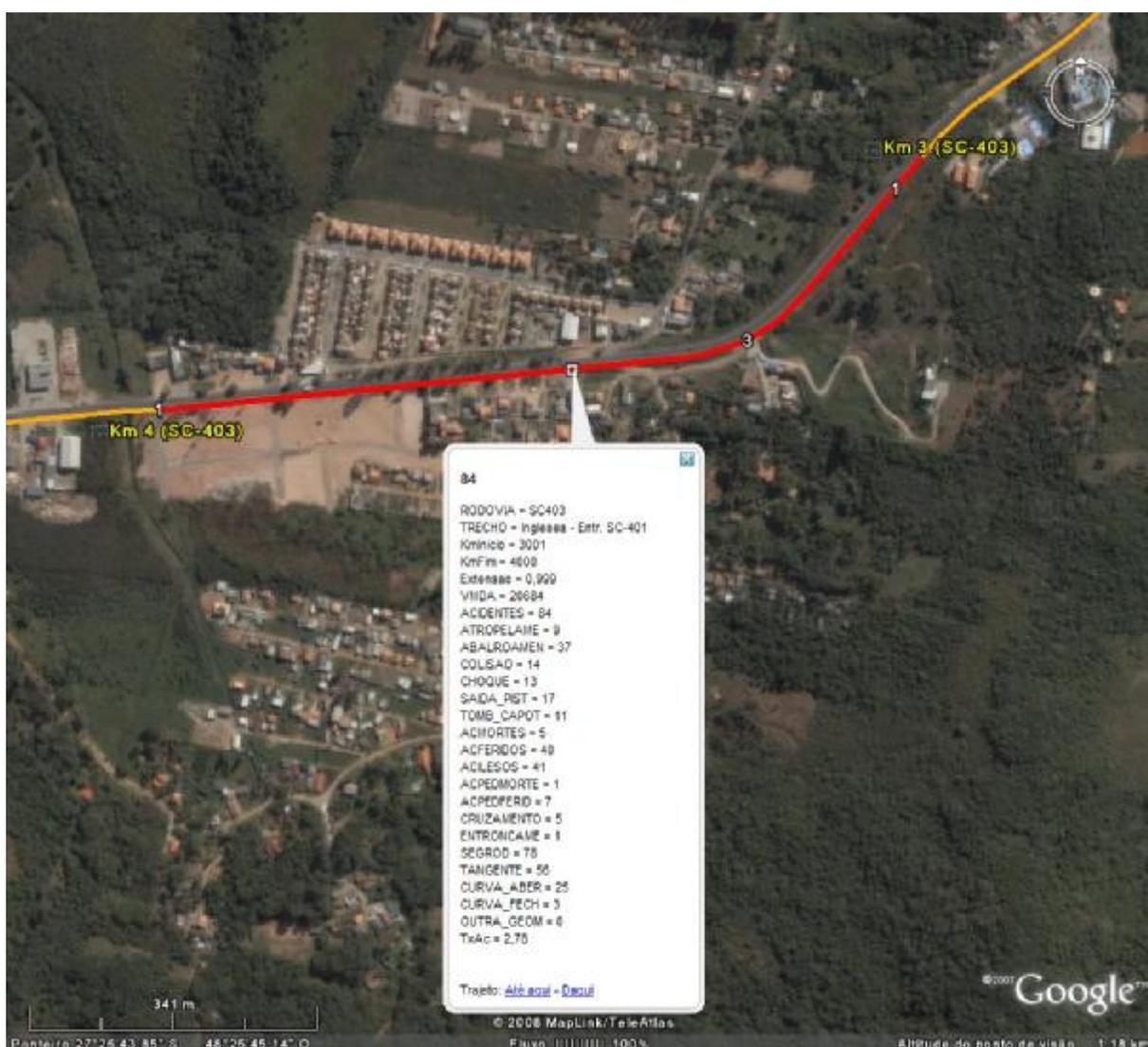


Figura 85 - Imagem de satélite da rodovia SC-403 entre o km 3,0 e km 4,0

Fonte: Adaptado do GoogleEarth

5 CONCLUSÕES

5.1 CONCLUSÕES

O desenvolvimento deste trabalho atingiu o seu objetivo principal que foi o diagnóstico dos acidentes de trânsito nas rodovias estaduais de Santa Catarina, entre os anos de 2002 e 2005, com o auxílio de um SIG.

Verificou-se que o Sistema de Informação Geográfica permite armazenar e analisar uma grande quantidade de dados de acidentes em conjunto com os elementos da rodovia e do seu entorno. Foi capaz de detectar e informar sobre falhas de posicionamento nos eventos e permitiu a correção através de ferramenta adicional.

O uso do SIG reduziu o tempo de trabalho e possibilitou fazer cruzamentos de dados oriundos de bases diferentes e localizá-los espacialmente. Por exemplo, foram inseridos os dados dos volumes de tráfego em cada segmento estudado.

Nesta pesquisa optou-se em analisar as quantidades totais de acidentes por segmentos de um quilômetro de rodovia, desagregados pelos principais tipos de acidentes e aqueles em que ocorreu o maior número de mortes.

Através desta ferramenta foram construídos bancos de dados relacionais contendo os registros de acidentes, vítimas, veículos e volume médio diário anual de tráfego que foram posteriormente inseridos na base rodoviária georreferenciada. Isto permitiu elaborar análises estatísticas e espaciais com a geração de gráficos e mapas temáticos, obtendo informações sobre a quantidade e distribuição espacial dos acidentes sobre a rede rodoviária segmentada auxiliando na identificação das prováveis causas das ocorrências.

A visualização dessa distribuição e da concentração pontual possibilitou identificar locais ou trechos críticos de acordo com o critério utilizado. Essa visualização espacial do acidentes dentro da malha rodoviária permitiu identificar agrupamentos de acidentes e definir dentro de uma mesma rodovia segmentos homogêneos de ocorrência de acidentes.

Aos mapas temáticos associou-se uma imagem de satélite e do seu entorno, obtida através do software GoogleEarth e realizou-se uma análise crítica do mesmo. A partir dessa agregação obteve-se uma visão mais abrangente do entorno do local. Tudo isso forneceu suporte para a análise espacial dos eventos, possibilitou comparações entre trechos rodoviários de diferentes regiões e a identificação de áreas de maior frequência de acidentes.

As análises estatísticas demonstraram que ao longo dos quatro anos pesquisados a quantidade de acidentes nas rodovias estaduais aumentou 45% e a quantidade de acidentes com vítimas aumentou praticamente na mesma proporção, em torno de 43%. Nesse mesmo período a frota de veículos registrada junto ao DETRAN/SC teve um incremento de 28%, e os acidentes de trânsito nas rodovias estaduais cresceram 60%, proporção bem superior ao aumento da frota.

O tipo de acidente de maior evidência foi o abalroamento, indicando a necessidade de um estudo detalhado das condições e modelos de interseções existentes entre as vias. Também a geometria da via e a ocupação do solo às suas margens influencia neste tipo de ocorrência. Uma rodovia com muitas curvas de raios pequenos e pouca distância de visibilidade torna os acessos pontos potenciais de abalroamentos.

Entre 2002 e 2005 houve um acréscimo de 70% na quantidade de vítimas de acidentes. O número de óbitos aumentou 67% com uma concentração de 82% de vítimas na faixa etária entre 18 e 59 anos onde ocorreram 81% das mortes. É a faixa etária mais produtiva do ciclo de vida do homem, o que representa elevados prejuízos de ordem financeira para toda a sociedade, além daqueles de vínculo emocional que são imensuráveis.

As análises espaciais demonstraram que, além do volume de tráfego, o uso e ocupação do solo às margens da rodovia influenciam diretamente na quantidade e no tipo de acidente de trânsito. As áreas fortemente urbanizadas registraram as maiores quantidades de abalroamentos e atropelamentos, bem como as maiores quantidades de acidentes com morte. A existência de interseções com vias de alto volume de tráfego e em nível, também, são responsáveis por elevados números de ocorrências.

Segmentos cujos volumes de tráfego estão no limite da capacidade da rodovia registram muitas colisões. Os constantes congestionamentos em algumas vias foram responsáveis pelo alto número de colisões traseiras. Também se observou que em trechos de elevados volume de tráfego muitas colisões frontais aconteceram em segmentos de pista simples, o que demonstra a necessidade de ampliação da capacidade da via através do aumento do número de faixas de rolamento.

Já os acidentes tipo “saída de pista” ocorrem principalmente em áreas rurais, não necessariamente de alto volume de tráfego, com exceção das rodovias situadas na Ilha de Santa Catarina. Tal tipo de acidente ocorre, principalmente, em função da geometria da rodovia ca-

racterizada por tangentes que permitem o desenvolvimento de altas velocidades seguidas de curvas de pequeno raio.

A distribuição espacial dos acidentes de trânsito na malha georreferenciada mostrou que nas rodovias que cortam regiões de maior densidade populacional, tais como as cidades de Joinville, Blumenau e Criciúma e a Ilha de Santa Catarina, em decorrência dos altos volumes de tráfego e ocupação intensa e desordenada de suas margens, apresentaram alta concentração de acidentes.

Por outro lado, observa-se que houve uma distribuição de acidentes em toda a malha rodoviária estadual, mesmo naqueles segmentos de baixo VMDA. Existem muitos segmentos que apresentam valores baixos de quantidade de acidentes, mas alto grau de severidade, ou seja, muitos acidentes com mortos ou feridos. Nota-se, então, que toda a malha rodoviária merece um tratamento específico objetivando melhorar a segurança viária e são necessários estudos mais detalhados, também, de todos os trechos rodoviários que não aparecem como sendo os mais críticos, de acordo com os critérios adotados nesta pesquisa.

5.2 LIMITAÇÕES

Apesar de todos os seus aspectos positivos, algumas limitações foram encontradas no desenvolvimento do trabalho. Dentre elas se pode citar:

- a) As imagens de satélite obtidas através do software GoogleEarth estavam desatualizadas;
- b) Falta do uso de equipamento de posicionamento global quando da coleta de informações no momento do acidente;
- c) Falta de integração entre a base de dados e o SIG. Os dados não são atualizados imediatamente no Sistema de Informação Geográfica e necessitam de uma análise em planilha para que posteriormente sejam incorporados ao SIG;
- d) Não houve uma pesquisa complementar em campo. As análises devem ser complementadas por uma pesquisa metodizada nos locais das ocorrências.

5.3 SUGESTÕES

Podem-se citar algumas sugestões técnicas de modo a minimizar ou eliminar os problemas encontrados, relacionados com a segurança viária:

- a) Realizar procedimentos para eliminar as inconsistências do banco de dados;
- b) Efetuar um estudo mais detalhado para retificação de algumas curvas;
- c) Avaliar cada tipo de interseção conforme diferentes classes de volume de tráfego. As interseções em nível influenciam decisivamente na ocorrência e severidade de acidentes. Conforme demonstrado através dos mapas temáticos esta influência se dá ao longo da determinada extensão e não apenas de forma pontual;
- d) Aplicar de um programa de sinalização ostensiva onde não for possível a alteração de geometria da rodovia;
- e) Proceder à colocação de dispositivos de segurança nas áreas de travessia urbana;
- f) Passar a jurisdição de determinados segmentos rodoviários que já possuem características de rua ou avenida, para as prefeituras municipais. Os municípios possuem mais condições de gerenciamento deste tipo de segmento. Nesse caso, realizar um programa para construção de contornos rodoviários;
- g) Analisar com maior acuidade os segmentos com maior incidência de choques, buscando identificar a proximidade dos obstáculos fixos da pista de rolamento;
- h) Treinar adequadamente os agentes de trânsito para padronizar o sistema de coleta de dados. Rever a tipificação dos acidentes. Revisar os dados que devem ser incluídos nos boletins de ocorrência;
- i) Associar o banco de dados corporativo do DEINFRA com um Sistema de Informação Geográfica;
- j) Fornecer equipamento para coleta de informações de posicionamento global aos agentes de trânsito da PMRv e aos fiscais de campo do DEINFRA;
- k) Buscar soluções integradas com órgãos das esferas federal e municipal nas áreas onde existir a confluência de vias;
- l) Adotar uma política rígida de fiscalização e controle da faixa de domínio das rodovias. Desenvolver um plano diretor de ocupação e uso do solo às margens da rodovia de acordo com sua classificação funcional. Identificar os pólos geradores de tráfego e seus impactos em relação aos acidentes que acontecem no seu entorno;

m) Criar um setor específico dentro do DEINFRA voltado exclusivamente para a segurança rodoviária;

n) Fazer um cadastro dos elementos existentes em torno dos pontos de maior frequência de acidentes. Identificar e registrar os hábitos das pessoas que utilizam regularmente a rodovia e coletar dados das comunidades que vivem no entorno da rodovia para tentar estabelecer linhas de redução de acidentes;

o) Através da integração com outros órgãos manter uma base de dados atualizada de imagens de satélite de todo o Estado de Santa Catarina.

5.4 RECOMENDAÇÕES

Com base na experiência adquirida no desenvolvimento deste trabalho e do que foi exposto elaborou-se uma série de recomendações para continuidade deste estudo ou desta linha de pesquisa. Pode-se citar:

a) Estudar a incidência de acidentes de trânsito de acordo com a classificação funcional das rodovias;

b) Separar os trechos com maior frequência de acidentes segmentando-o em extensões menores. Proceder à leitura de cada boletim de ocorrência a fim de identificar com maior precisão os locais e as prováveis causas dos acidentes dentro de um período determinado;

c) Efetuar estudo mais detalhado dos, estudar com mais detalhes tipos de acidentes, os horários que mais ocorrem, sob que condições de tempo e de pista, faixa etária dos condutores e faixa etária das vítimas nos locais de maior frequência de acidentes ou apontados como críticos;

d) Relacionar as frequências e tipos de acidentes com a geometria da rodovia.

Finalmente, este trabalho demonstrou que é possível montar um banco de dados geográficos que armazena e recupera informações espaciais e possibilita a integração com as imagens de satélite facilitando a compreensão do problema estudado e tornando-se assim um instrumento importante no diagnóstico da segurança viária em rodovias do Estado de Santa Catarina, bem como para outros Estados ou regiões que realizem estudos semelhantes, devidamente adaptados as suas realidades.

REFERÊNCIAS

ABNT. **Pesquisa de acidente de trânsito. Terminologia.** NBR 10.697. 1989.

ALVES, Everaldo Valenga. **Uma metodologia de análise de tipos de acidentes de trânsito com base na classificação funcional da via:** estudo de caso no distrito sede de Florianópolis-SC usando modelo logístico multinomial. 2005. 105 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2005.

BERNARDES, Ana Maria Escobar. **Estatística de trânsito:** sua importância para um trânsito mais seguro. [200-?]. Disponível em: < http://www.detran.rs.gov.br/artigos/fr_art17.htm >. Acesso em: 27 março 2007.

BRANCO, Adriano Murgel. **Segurança rodoviária.** São Paulo: Editora CL-A, 1999. 108 p.

CÂMARA, Gilberto. **Desenvolvimento de sistemas de informação geográfica no Brasil:** desafios e oportunidades. In: Semana de Geoprocessamento. 1996, Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://www.dpi.inpe.br/gilberto/present/segeo.html>>. Acesso em 30 set. 2004.

CÂMARA, Gilberto; DAVIS Clodoveu; MONTEIRO, Antonio Miguel Vieira. **Introdução à ciência da geoinformação.** São José dos Campos, INPE, 2001. Disponível em: <<http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livros.html>>. Acesso em: 04 março 2005.

CARDOSO, Gilmar. **Utilização de um sistema de informações geográficas visando o gerenciamento da segurança viária no município de São José - SC.** 1999. 158 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1999.

CARE. **Accident statistics:** historical series - rate by population. 2005. Disponível em: http://europa.eu.int/comm/transport/care/statistics/series/fatal1991_rate/index_en.htm>. Acesso em: 05 dezembro 2005.

CARVALHO, Klery Ramos. **Integração da base rodoviária georreferenciada:** banco de dados do DER/MG. 2002. 59 f. Monografia (Especialização) – Curso de Especialização em Geoprocessamento, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2002. Disponível em: <http://www.csr.ufmg.br/geoprocessamento/centrorecursos/5cursopub/klery%20ramos%20carvalho.pdf> . Acesso em: 30 setembro 2004.

DEINFRA. **Sistema rodoviário estadual.** Florianópolis, 2003. 28 p.

_____. **Sistema rodoviário estadual.** Florianópolis, 2004. 30 p.

_____. **Sistema rodoviário estadual.** Florianópolis, 2005. 32 p.

_____. **Sistema rodoviário estadual.** Florianópolis, 2006. 72 p.

_____. **Sistema rodoviário estadual.** Florianópolis, 2007. 118 p.

DENATRAN. **Dados estatísticos de acidentes de trânsito**. Sistema Nacional de estatística de Trânsito - SINET. Brasília, 1995.

_____. **Anuário estatístico de acidentes de trânsito – 2002**. Disponível em: <<http://www.denatran.gov.br/acidentes.htm>>. Acesso em: 07 outubro 2005.

_____. **Política nacional de trânsito**. Brasília, 2004. 36 p.

_____. **Anuário estatístico de acidentes de trânsito 2002–2006**. Disponível em: http://www.vias-seguras.com/index.php/news/os_acidentes/estatisticas__1_/estatisticas_nacionais. Acesso em: 11 fev 2008

DETRAN. **Varição da frota registrada em Santa Catarina desde 1996**. Disponível em: <http://www.detran.sc.gov.br/estatistica/frotaSC.htm>. Acesso em 07 mai 2008.

DER. **Sistema de gerência de pavimentos**: manual de procedimentos. Florianópolis, 1997. vol I cap 5.

_____. **Sistema rodoviário estadual**. Florianópolis, 2002. 26 p.

DIDONÉ, Luiz Antônio. **Análise e tratamento da segurança viária em rodovias – um novo enfoque para o tratamento de segmentos concentradores de acidentes**: o caso da BR-101/RS – lote 3. 2000. 180 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2000.

DIESEL, Lilian Elizabeth. **SIG na prevenção a acidentes de trânsito**. 2005. 93 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2005.

DNIT. **Roteiro básico para sistemas rodoviários estaduais**. Brasília, 2006. 56 p.

ESRI. **Linear referencing in arcgis**: practical considerations for the development of an enterprisewide gis. New York, USA, 2003. 22 p. Disponível em: http://www.esricanada.com/documents/Linear_Referencing_in_ArcGIS.pdf. Acesso em 28 janeiro 2008.

FHWA. GIS-based crash referencing and analysis system. **HSIS Summary Report Publication No. FHWA-RD-99-081**. Washington, DC, fev, 1999. Disponível em: <<http://www.tfhr.gov/safety/hsis/99-081.pdf>>. Acesso em: 04 maio 2005.

_____. Using GIS in the analysis of truck crashes. **HSIS Summary Report Publication No. FHWA-RD-99-119**. Washington, DC, jun, 1999. Disponível em: <<http://www.tfhr.gov/safety/hsis/99-119.pdf>>. Acesso em: 23 setembro 2004.

GOLD, Philip Anthony. **Segurança de trânsito**: aplicações de engenharia para reduzir acidentes. Washington, D.C.BID, 1998. 211 p.

HANSTED, Lauro Laércio Biagini. **Segurança no trânsito**: o pioneirismo nas estradas brasileiras. [S.I.: s. n.], 2000. 93 p.

INPE. **Introdução ao geoprocessamento**. Disponível em:

<http://www.dpi.inpe.br/spring/portugues/tutorial/introducao_geo.html>. Acesso em: junho 2005.

IPEA; DENATRAN; ANTP. **Impactos sociais e econômicos dos acidentes de trânsito nas aglomerações urbanas brasileiras**: relatório executivo. Brasília, 2003. 45 p. Disponível em: <<http://www.ipea.gov.br/TemasEspeciais/acidentesdetransito/Portugues.pdf>>. Acesso em: 07 abril 2005.

IPEA; DENATRAN; ANTP. **Impactos sociais e econômicos dos acidentes de trânsito nas rodovias brasileiras**: relatório executivo. Brasília, 2006. 45 p. Disponível em: <[http://www.ipea.gov.br/sites/000/2/destaque/impactos_acidentetransito%20\(Livro%2001\).pdf](http://www.ipea.gov.br/sites/000/2/destaque/impactos_acidentetransito%20(Livro%2001).pdf)>. Acesso em: 25 março 2007.

IRTAD. **Selected risk values for the year 2003**. Setembro, 2005. Disponível em: <<http://www.bast.de/htdocs/fachthemen/irtad/english/englisch.html>>. Acesso em: 02 dezembro 2005.

KAMALASUDHAN, Achuthan *et al.* **An analysis of expressway accidents in Singapore using GIS**. Department of Civil Engineering, National University of Singapore, Singapore. 2002. Disponível em: <http://www.gisdevelopment.net/application/natural_hazards/overview/nho0024pf.htm>. Acesso em: 07 mar 2005.

LOCH, Ruth Emilia Nogueira. **Cartografia**: representação, comunicação e visualização de dados espaciais. Florianópolis: Editora da UFSC, 2006, 313 p.

MANTOVANI, V. R. **Proposta de um sistema integrado de gestão em segurança de tráfego – SIG SET**. 2004. 170 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana do Centro de Ciências Exatas e de Tecnologia, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2004.

MARTIN, Peter *et al.* **Accident Data Availability**. Department of Transportation, University Transportation Centers Program. University of Utah. Utah, 2000. 60 p. Disponível em <http://www.ndsu.nodak.edu/ndsu/ugpti/MPC_Pubs/pdf/MPC01-118.pdf>. Acesso em: 21 fevereiro 2005.

MONTUFAR, Jeannette. Applying GIS-T for heavy truck safety analysis. **Institute of Transportation Engineers**, ITE Journal, Washington, v. 72, Num. 1; p. 44, janeiro 2002. Disponível em: <<http://proquest.umi.com/pqdlink?did=99656234&sid=6&Fmt=4&clientId=42438&RQT=309&VName=PQD>>. Acesso em: 03 março 2005.

PORATH, Reginaldo. **Sistemas gerência de segurança para o trânsito rodoviário**: o modelo SGS/TR. 2002. 158 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.

QUEEN, Lloyd; BLINN, Charles. **The basics of geographic information systems**. [200-?] Disponível em: <<http://www.extension.umn.edu/distribution/naturalresources/DD5926.html>>. Acesso em: 23 setembro 2004

QUEIROZ, Marcelo Pereira. **Análise espacial dos acidentes de trânsito do município de Fortaleza**. 2003. 141 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Transportes), Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2003. Disponível em:
<<http://www.det.ufc.br/petran/teses/tese27.pdf>>. Acesso em: 23 junho 2005.

SANDO, Tobias *et al.* Development of a cost effective GIS crash analysis tools for highway safety improvement . In: 30 th INTERNATIONAL TRAFFIC RECORDS FORUM, 2004, Nashville, Tennessee. **Proceedings...** Disponível em:
<http://www.atsip.org/forum2004/Sessions/Wednesday_25-36/S32/s32_sando_GIS.pdf>. Acesso em: 23 setembro 2004.

SCHMITT, José Luiz; FRANÇA, Adão Marcos. **Referenciamento de rodovias**. Outubro de 2004. 49 f. Trabalho apresentado na disciplina Gerenciamento e Avaliação de Pavimentos do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, área de concentração: Infra-estrutura e Gerência Viária da Universidade Federal de Santa Catarina.

SPERRY, João Wilson Vieira. **Metodologia para avaliação da qualidade de elementos de rodovias utilizando sistema de informação geográfica**. 1999. 194 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1999.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO . **Apostila de arcgis**. Laboratório de Topografia e Cartografia. Vitória, 2006. 159 p. Disponível em: [http:// www.ltc.ufes.br/ GEO-MATIC/ Geom%C3%A1tica%20 - %20Engenharia%20Ambiental%20-%20Apostila.pdf](http://www.ltc.ufes.br/GEO-MATIC/Geom%C3%A1tica%20-%20Engenharia%20Ambiental%20-%20Apostila.pdf). Acesso em: 29 janeiro 2008.

WHO. **World report on road traffic injury prevention**. 2004. Geneva. Disponível em:
<<http://whqlibdoc.who.int/publications/2004/9241562609.pdf> >. Acesso em: 29 janeiro 2008

APÊNDICES

APÊNDICE A – SISTEMA DE CADASTRO RODOVIÁRIO

As vias sob jurisdição estadual e que fazem parte do PRE, possuem um Referenciamento da Malha Rodoviária (RMR) realizado durante os anos de 1996 e 1997 pelo então DER/SC. Esse referenciamento permitiu a implantação do Sistema de Gerência de Pavimentos (SGP), ordenou as quilometragens em todas as rodovias estaduais e eliminou as quilometragens repetidas numa mesma rodovia.

O referenciamento foi armazenado no Sistema de Cadastro Rodoviário (SCR) do DEINFRA, que contém todas as informações básicas da malha rodoviária que é utilizada pelos demais sistemas. Ressalta-se que esse cadastro possui muitas incorreções e omissões de trechos. À medida que são detectados tais problemas ocorre a correção imediata.

Em 2003 o DEINFRA tomou a decisão de executar a revisão do PRE e adequá-lo totalmente ao Plano Nacional de Viação, com a mudança de nomenclatura e critérios para o estabelecimento das quilometragens. Para tanto, foram georreferenciadas as malhas rodoviária estadual e federal.

Apesar de ter sido aprovado em 09 de março de 2006 através do Decreto nº 4.084, o PRE revisado ainda não está completamente em vigor. Esse decreto prevê a implantação total em até dois anos a partir da data de publicação (cujo prazo foi estendido por mais dois anos conforme o Decreto nº 1.090 de 20 de fevereiro de 2008).

Para atender o período de coexistência de dois planos rodoviários foi criada uma correlação entre ambos que serviu de base para o lançamento dos registros de acidentes na malha georreferenciada. Os dados de acidentes utilizados nesta pesquisa foram inseridos no mapa georreferenciado tomando por base essa correlação conforme descrito no item 3.4.

1 REFERENCIAMENTO DA MALHA RODOVIÁRIA

O referenciamento foi executado por equipe de profissionais do próprio Departamento constituída de dois topógrafos sob a supervisão de um engenheiro. À disposição desta equipe ficou um veículo utilitário com hodômetro de precisão para medição das extensões, juntamente com equipamento topográfico para aferição do hodômetro, além de ferramentas manuais.

O método, descrito em DER (1997) e Schmitt e França (2004), foi desenvolvido da seguinte forma:

a) Os marcos foram colocados a cada 1,0 km, medidos de forma contínua ao longo de toda a extensão da rodovia e sua posição (quilometragem correspondente) assinalada com tinta sobre o pavimento ou com uma estaca no borda do acostamento nas estradas não pavimentadas;

b) O sentido da quilometragem utilizado foi Norte para Sul e de Leste para Oeste, como indica a Figura 86:

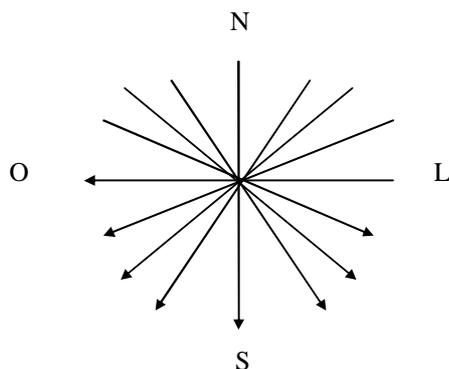


Figura 86 - Sentido da quilometragem de referenciamento
Fonte: DER , 1997

c) Foram identificadas as interseções, os limites dos perímetros urbanos, e outros pontos notáveis;

d) Foi elaborado um croqui para melhor identificar estes pontos;

e) Onde houve sobreposição de traçados de rodovias prevaleceu a quilometragem da rodovia de menor numeração, conforme mostra a Figura 87:

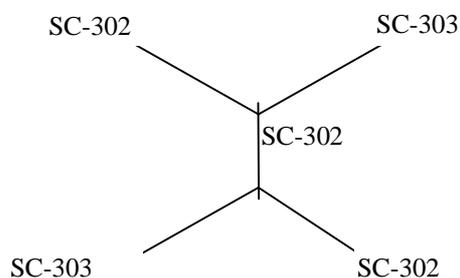


Figura 87 - Esquema da sobreposição de traçado de rodovias
Fonte: DER, 1997

f) Nos trechos de rodovia integrantes de vias urbanas em travessias de cidades, a determinação quilométrica foi feita pelo trajeto preferencial no sentido da quilometragem sem, no entanto, implantar os marcos quilométricos. A Figura 88 ilustra essa situação:

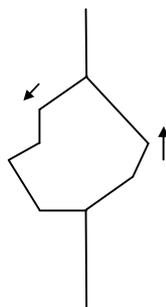


Figura 88 - Execução do referenciamento de rodovias em travessias urbanas
Fonte: DER, 1997

g) Para as rodovias que apresentaram interrupção temporária (obra não acabada), a quilometragem teve continuidade medindo a extensão dos segmentos interrompidos através do projeto ou cartografia. Esta situação é exemplificada na Figura 89:

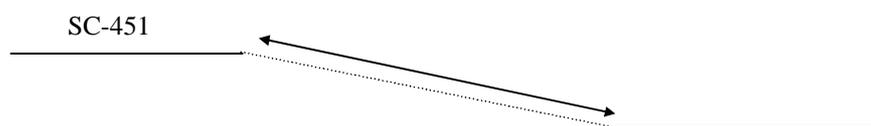


Figura 89 - Referenciamento de rodovias na existência da interrupção de traçado
Fonte: DER, 1997

h) Nas rodovias com trecho em obras foram marcados somente os segmentos com revestimento concluído. O restante foi objeto de medição através do projeto;

i) O início da rodovia (km 0) deu-se sempre em um nó de cruzamento, ou seja, nos locais de coincidência dos eixos de ambas as rodovias, conforme ilustra a Figura 90:

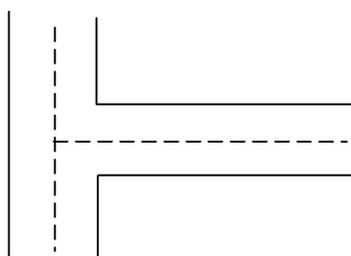


Figura 90 - Desenho esquemático mostrando o nó de início da rodovia
Fonte: DER, 1997

Este sistema inicialmente foi concebido para atender o SGP e posteriormente passou a ser utilizado por todos os demais sistemas do Departamento.

2 O GEORREFERENCIAMENTO REALIZADO

O georreferenciamento das rodovias federais e estaduais do Estado de Santa Catarina foi realizado por equipe contratada e supervisionada por empresa consultora que presta serviços para o DEINFRA. Posteriormente, todo o processo desenvolvido em escritório foi realizado pela empresa consultora e acompanhado pelo DEINFRA.

Como regra geral o georreferenciamento foi realizado nas direções Norte à Sul e Leste à Oeste; no caso de rodovias que partem da BR-101 para o leste, o georreferenciamento foi realizado na direção Oeste à Leste.

No caso em que existe coincidência de traçados entre rodovias foram adotados os seguintes critérios:

- a) Rodovias Federais com Rodovias Estaduais: a extensão foi considerada na rodovia federal, apesar de não ter sido marcada na mesma;
- b) Entre duas rodovias de uma mesma jurisdição: a extensão foi considerada na rodovia de menor sigla.

O veículo utilizado nos levantamentos de campo foi um automóvel tipo camionete, no qual foram instalados os equipamentos de medição.

As abcissas horizontais foram medidas com hodômetro *Nitestar NS-60*, com precisão de ± 1 m, devidamente calibrado.

Todos os pontos correspondentes à localização dos marcos quilométricos, assim como o ponto de início e de fim da rodovia tem suas coordenadas geográficas definidas com equipamento *Geographic Positioning System* (GPS) (equipamento de navegação marca/modelo *Garmin GPSMap 76S*), com erro máximo de 15 m.

O programa utilizado para navegação foi o *Trackmaker* versão 11.8, instalado em um computador portátil tipo laptop com processador *Intel Pentium 133 Mhz*. A este laptop foi conectado o equipamento GPS que carregou automaticamente as leituras das coordenadas “latitude, longitude e altitude” de 20 em 20 m (*trackpoints*). Nos pontos notáveis (*waypoints*),

os dados do hodômetro foram digitados manualmente (por impossibilidade de conexão de 2 cabos simultaneamente ao micro-computador), seguidos da descrição ou comentários.

Para a visualização dos dados no software *GPS Trackmaker* este deve estar configurado para a projeção de coordenadas UTM e *Datum SAD 69*, de acordo com o SGB – Sistema Geodésico Brasileiro.

Os dados coletados foram arquivados por rodovia com os seus *waypoints* e *trackpoints* num único *tracklog* (arquivo do *Trackmaker* – linha de rota apresentada no equipamento GPS) e importados para uma planilha eletrônica na qual são apresentados os resultados:

- a) Km - quilometragem medida com o hodômetro;
- b) Comentário - descrição dos pontos notáveis;
- c) E - Coordenada Leste;
- d) N - Coordenada Norte;
- e) Altitude - altitude geométrica em relação ao elipsóide do globo terrestre, em metros;
- f) Longitude - Longitude do ponto em graus, minutos e segundos;
- g) Latitude - Latitude do ponto em graus, minutos e segundos.

O arquivo *CAD* está na projeção UTM e *Datum SAD-69*. Após a exportação dos dados em DXF, foi realizada a edição no software *Autocad 2000*. A edição foi composta basicamente da eliminação dos *waypoints* que atrapalhavam a legibilidade dos de mais importância para a rodovia.

Como base cartográfica foi utilizada a divisão política do Estado de Santa Catarina, do ano de 1997.

As rodovias federais no Estado foram integralmente levantadas (mas não demarcadas), sendo selecionados os pontos notáveis como referência, incluindo todos os cruzamentos com rodovias estaduais, obras de arte especiais, praças, postos de abastecimento de combustíveis, dentre outros.

Todas as rodovias pavimentadas foram demarcadas mediante pintura de cada quilômetro com numeração inteira no bordo direito da pista.

APÊNDICE B – INSERÇÃO DE PONTOS NOTÁVEIS NO SIG

Os dados obtidos do georreferenciamento foram organizados conforme exemplificação na Tabela 13 e convertidos para o formato “dbf” que possibilita a leitura pelo software utilizado.

A partir das coordenadas de cada ponto notável foram adicionadas as seguintes informações:

- Foi carregada a informação alfanumérica como tabela através do módulo ArcMap do ArcGis;
- No ArcGis foi selecionada no menu a opção *Tools* e em seguida *Add XY data*;
- Na janela de diálogo, foi selecionada a tabela de entrada e os atributos que contêm os valores das coordenadas.

Tabela 13 - Exemplo de relação de pontos notáveis de rodovia georreferenciada

Km	Comentário	E	N	Altitude (m)	Longitude	Latitude
363 + 279	POSTO DA POLÍCIA RODOVIÁRIA ESTADUAL LE	663.229	6.833.949	64	-49° 19' 51,5"	-28° 36' 41,8"
364 + 000	KM 364 (74)	662.877	6.833.319	74	-49° 20' 04,1"	-28° 37' 02,4"
364 + 222	ACESSO LD	662.765	6.833.140	78	-49° 20' 08,2"	-28° 37' 08,3"
364 + 222	FINAL DO PERÍMETRO URBANO DE COCAL DO SUL	662.765	6.833.140	78	-49° 20' 08,2"	-28° 37' 08,3"
364 + 662	ACESSO A SOCIEDADE ESPORTIVA E RECREATIVA DA EMPRESA ELIANE LD	662.701	6.832.703	67	-49° 20' 10,3"	-28° 37' 22,5"
365 + 000	KM 365 (62)	662.662	6.832.367	61	-49° 20' 11,6"	-28° 37' 33,5"
365 + 043	ACESSO AO CONSELHO COMUNITÁRIO JARDIM DAS PALMEIRAS LD	662.656	6.832.323	66	-49° 20' 11,8"	-28° 37' 34,9"
365 + 620	POSTO POLIPETRO LD	662.504	6.831.772	59	-49° 20' 17,1"	-28° 37' 52,9"
366 + 000	KM 366 (61) DIVISA DE MUNICÍPIOS - COCAL DO SUL / MORRO DA FUMAÇA	662.369	6.831.417	60	-49° 20' 21,9"	-28° 38' 04,5"
366 + 425	EIXO DO ACESSO LD E ACESSO A EMPRESA ESMALGASS LE	662.218	6.831.020	63	-49° 20' 27,2"	-28° 38' 17,4"
366 + 886	ACESSO A SOCIEDADE RECREATIVA MAMPITUBA LE	662.080	6.830.582	66	-49° 20' 32,1"	-28° 38' 31,7"
366 + 902	DIVISA DE MUNICÍPIOS - MORRO DA FUMAÇA / CRICIÚMA	662.074	6.830.566	66	-49° 20' 32,3"	-28° 38' 32,2"
366 + 902	INÍCIO DO PERÍMETRO URBANO DE CRICIÚMA	662.074	6.830.566	66	-49° 20' 32,3"	-28° 38' 32,2"
367 + 000	KM 367 (67)	662.040	6.830.474	66	-49° 20' 33,5"	-28° 38' 35,2"
367 + 382	ACESSO A MORRO DA FUMAÇA LE E ACESSO LD	661.898	6.830.122	70	-49° 20' 38,5"	-28° 38' 46,7"
367 + 766	RUA VENÂNCIO MARTINELLO LD	661.759	6.829.762	71	-49° 20' 43,5"	-28° 38' 58,5"
368 + 000	KM 368 (75)	661.666	6.829.548	78	-49° 20' 46,8"	-28° 39' 05,5"
369 + 000	KM 369 (91)	661.282	6.828.638	94	-49° 21' 00,5"	-28° 39' 35,2"
370 + 000	KM 370 (99) INÍCIO DA PASSAGEM DA CIDADE DE CRICIÚMA	660.550	6.827.975	102	-49° 21' 27,1"	-28° 39' 57,1"
370 + 528	POSTO TEXACO LE	660.163	6.827.618	89	-49° 21' 41,2"	-28° 40' 08,8"
371 + 166	HOSPITAL SÃO JOÃO BATISTA LE	659.845	6.827.069	59	-49° 21' 52,6"	-28° 40' 26,8"
371 + 388	POSTO SHELL LD E SUPERMERCADO ANGELONILE	659.731	6.826.886	53	-49° 21' 56,7"	-28° 40' 32,8"
371 + 816	POSTO BR LD	659.565	6.826.437	55	-49° 22' 02,6"	-28° 40' 45,5"
371 + 930	INTERSEÇÃO COM A AVENIDA CENTENÁRIO (SC-444 km - 044 + 220 E SC-443 - km 031 + 332) DOBRA LD	659.511	6.826.400	73	-49° 22' 04,6"	-28° 40' 48,7"
372 + 085	TERMINAL URBANO CENTRAL LE	659.360	6.826.434	59	-49° 22' 10,1"	-28° 40' 47,7"
372 + 329	ACESSO A URUSSANGA LD	659.125	6.826.484	48	-49° 22' 18,8"	-28° 40' 46,1"
372 + 585	POSTO ESSO LD	658.876	6.826.467	42	-49° 22' 28,0"	-28° 40' 46,8"
372 + 626	TERMINAL RODOVIÁRIO DE CRICIÚMA LE	658.824	6.826.441	46	-49° 22' 29,9"	-28° 40' 47,7"
373 + 114	POSTO IPIRANGA LE	658.371	6.826.290	38	-49° 22' 46,5"	-28° 40' 52,8"
373 + 138	INTERSEÇÃO COM A SC-444 (km 043 + 000) LD	658.348	6.826.284	41	-49° 22' 47,3"	-28° 40' 53,0"

Criou-se um novo *layer* de pontos com informações agregadas com os pontos definidos na tabela conforme exempficado na Figura 91.

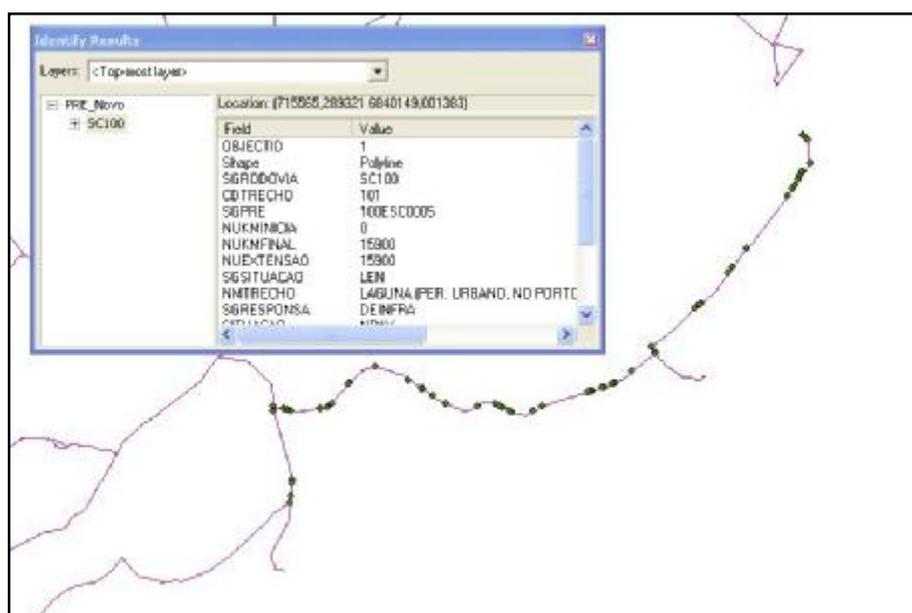


Figura 91 - Modo de construção do *layer* de pontos

Os dados de localização dos acidentes de trânsito consistem tão somente da indicação da rodovia através da sua nomenclatura e o quilômetro da ocorrência. Para espacializar estes dados foram gerados eventos sobre o arquivo *shapefile* de rodovias cujo referenciamento linear foi elaborado e disponibilizado pelo DEINFRA.

O detalhamento da construção do referenciamento linear e a espacialização dos dados pesquisados estão no Anexo A.

ANEXOS

ANEXO A – REFERENCIAMENTO LINEAR DO ARCGIS

1 O MODELO DE REFERENCIAMENTO LINEAR DO ARCGIS

No ArcGIS, as entidades geográficas - *features* são divididas em classes – *feature classes*. Cada *feature* têm um tipo de geometria associada a ela, armazenada em um tipo de arquivo conhecido como *shapefile*, ou simplesmente *shape*.

Uma *feature* pode ter os seguintes tipos de geometria: ponto, multiponto, polilinha ou polígono. Cada uma delas é composta por coordenadas geográficas dispostas, basicamente, em duas (x,y) ou três dimensões (x,y,z).

Entretanto, as informações não podem ser somente dispostas de maneira pontual. Há diversos atributos obtidos a partir de medições lineares dispostas em função de um referenciamento linear. Para atender a essa exigência, foi concebido no modelo ArcGIS, uma característica de geometria que pode ser composto por x, y, z e m valores. As duas primeiras dimensões representam a geometria espacialmente de acordo com o sistema de coordenadas utilizado. A “z” representa a altitude e, por fim, a “m” corresponderia ao referenciamento linear – ou a quilometragem, quando os dados são linearmente referenciados, como no caso de rodovias, avenidas, etc., como esquematicamente representado na Figura 92.

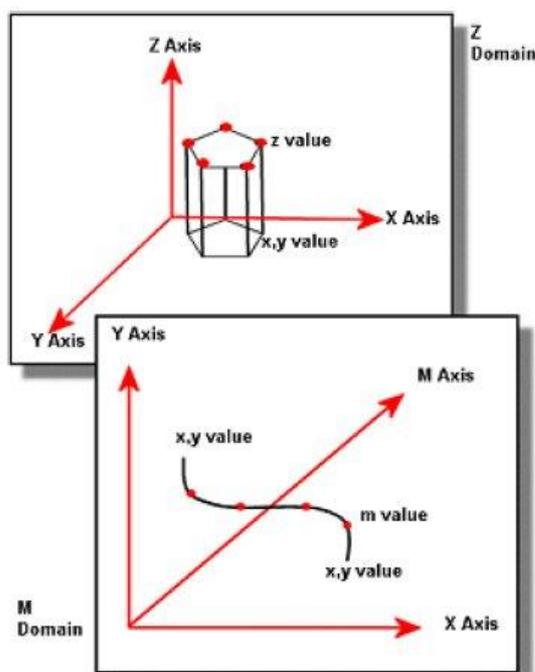


Figura 92 - Esquema de modelo de referenciamento linear do ArcGIS
Fonte: Universidade Federal do Espírito Santo, 2006

Vários conjuntos de atributos podem ser associados a qualquer parte de um *feature* linear existente, independente do seu início e fim (ver Figura 93). Estes atributos podem ser exibidos, editados e analisadas sem que isso afete a geometria da *feature* propriamente dita.

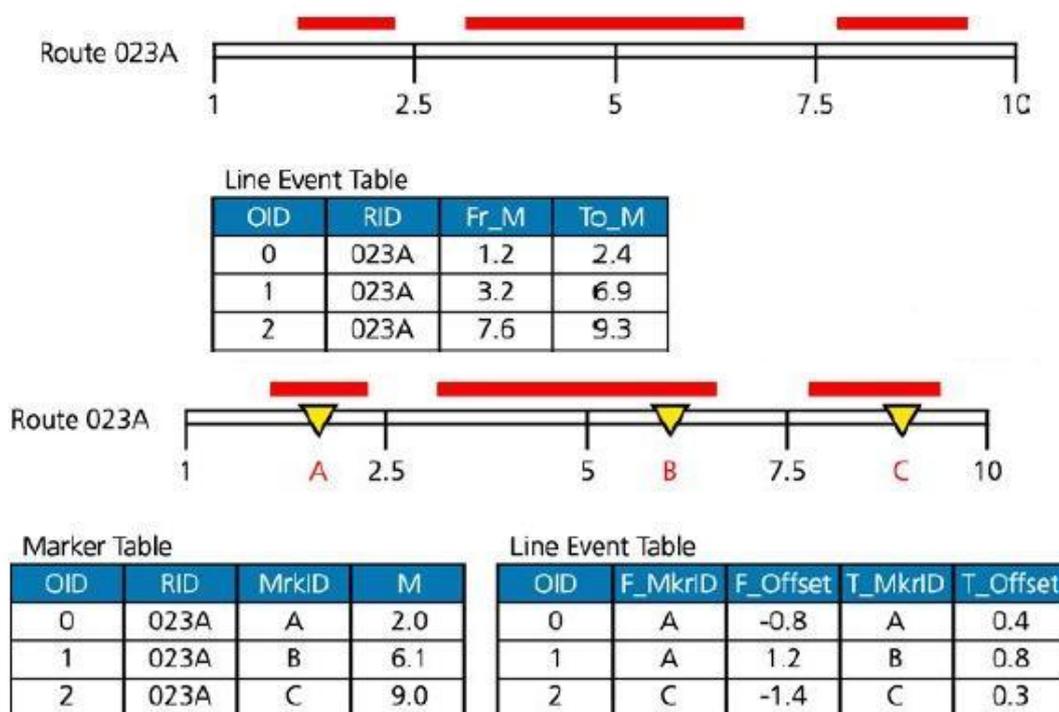


Figura 93 - Esquema da geração de conjunto de atributos
Fonte: ESRI, 2003

Quando tratamos de uma feição de rodovias, sobre esta é possível localizar ocorrências ao longo da rodovia (ponto), ou uma parte de um percurso (linha). Quando tais ocorrências e seus atributos associados encontram-se armazenados em tabelas, a partir da segmentação dinâmica, o modelo ArcGIS permite a geração de *route events*, ou simplesmente eventos, como esquematicamente apresentado na Figura 94 e Figura 95.

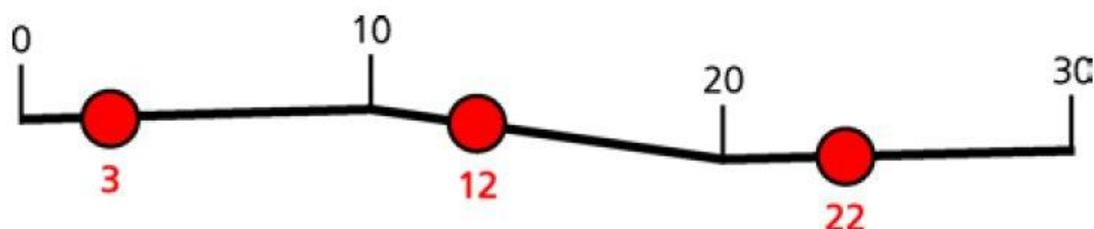


Figura 94 - Exemplo de geração de eventos pontuais
Fonte: ESRI, 2003

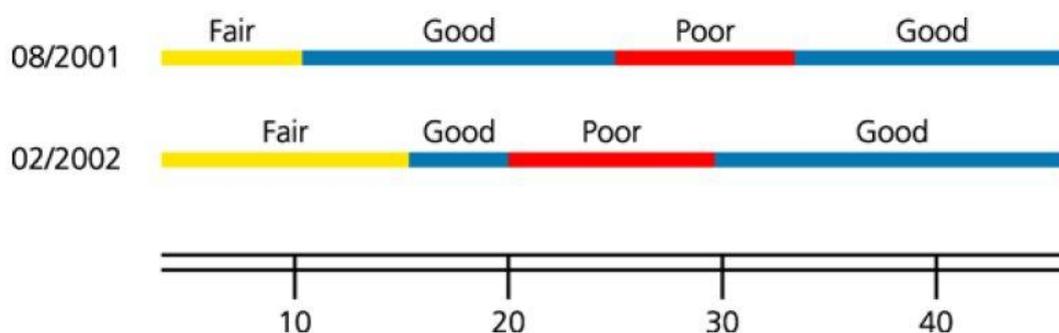


Figura 95 - Exemplo de geração de eventos lineares
Fonte: ESRI, 2003

Eventos pontuais ocorrem em um ponto exato ao longo de um percurso. Acidentes, placas de sinalização, estações ferroviárias, pontos de ônibus são exemplos de eventos pontuais. A indicação de rodovia e quilômetro basta para espacializar sua localização. Eventos lineares, contínuos ou descontínuos, descrevem segmentos de rotas. Condições do pavimento, largura da faixa de domínio, volumes de tráfego são todos exemplos de eventos lineares. É necessária a indicação da rodovia, quilômetro de início e fim para sua indicação.

No ArcGIS, uma tabela pode ser armazenada em um geodatabase, INFO, dBASE, arquivo de texto delimitado, ou em qualquer sistema de gerenciamento de banco de dados que possa ser acessado através de uma conexão OLE DB.

O ArcGIS mantém automaticamente a relação entre o *layer* criado e a informação de origem, para que qualquer alteração na informação alfanumérica se reflita imediatamente na visualização. É possível também exportar o *layer* em shapefile.

1.1 SEGMENTAÇÃO DINÂMICA

Em muitas situações a estrutura topológica do tipo arco-nó que define na maioria dos casos as relações espaciais entre todas as entidades geográficas presentes não se ajusta ao tipo de informação a que se pretende representar em mapas.

Neste contexto não se pode representar de uma forma expedita e automatizada situações como, por exemplo, o Estado de conservação de uma rede rodoviária. Esta situação não se ajusta com uma estrutura arco-nó, uma vez que em cada segmento existiriam situações várias em relação ao seu estado de conservação.

Quando dados são armazenados em um banco de dados, a obtenção de informações exige um grau de percepção muito grande de quem faz uso deles. Muito mais fácil é visualizá-

los na forma de eventos em um mapa, sobre os quais é possível começar a fazer questionamentos como Onde? Onde está o mais próximo ...?, O que há nos entornos...?, e que intersecta ...?, etc.

Com a aplicação de um conceito de segmentação dinâmica, é possível a obtenção de tais informações e representar entidades pontuais e ainda entidades lineares, uma vez que os registros são localizados em termos de quilometragem ao longo do traçado.

A segmentação dinâmica é o processo computacional que permite gerar o mapa de localização de eventos armazenados em um evento tabela, permitindo que vários conjuntos de atributos possam ser associados a qualquer parte de uma característica linear.

Para se poder trabalhar com segmentação dinâmica é necessário, além da informação tabular, da informação geográfica. E também neste aspecto, somente é possível trabalhar com *features* do tipo *line* (ou *poliline*), na qual a dimensão “m” está habilitada e o referenciamento linear está definido, conforme apresentado na Figura 96.

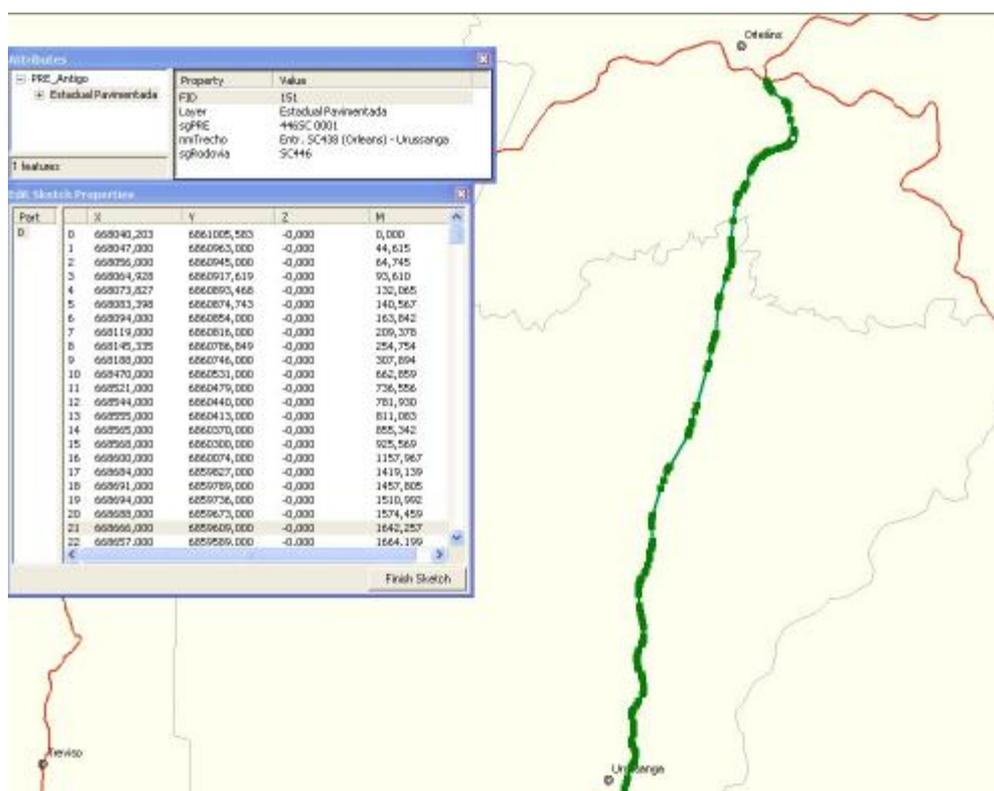


Figura 96 - Exemplo de *feature* do tipo *poliline* com referenciamento linear

Para exibir eventos rota em um mapa, no entanto, é preciso primeiro definir os parâmetros da relação entre a tabela na qual estão armazenados os dados e os atributos dos que identificam as *features* contidas nos *shapefiles*.

A definição de *route events* é feita recorrendo a ferramentas avançadas do ArcGIS.

É necessário que a tabela de atributos da informação geográfica (*route*) possua o mesmo campo (campo de ligação) da informação alfanumérica. Para adicionar informação alfanumérica compatível com a uma estrutura de segmentação dinâmica do tipo *route*, fazer:

- a) Carregar a informação alfanumérica para o ArcMap (opcional);
- b) No ArcMap, seleccionar Tools-add route events;
- c) Escolher o *shapefile* de rodovias pretendido e o atributo da tabela que fará a ligação à informação alfanumérica (geralmente este terá a sigla da rodovia);
- d) No campo *event table*, definir o nome da tabela alfanumérico que contém os eventos a descrever espacialmente;
- e) No campo *route identifier*, o atributo de ligação da tabela alfanumérica e no campo *type of events*, definir a tipologia dos eventos - linear ou pontual, e em *measure* definir os atributos que contêm as referências quilométricas.

A Figura 97 representa a janela com a situação anterior.

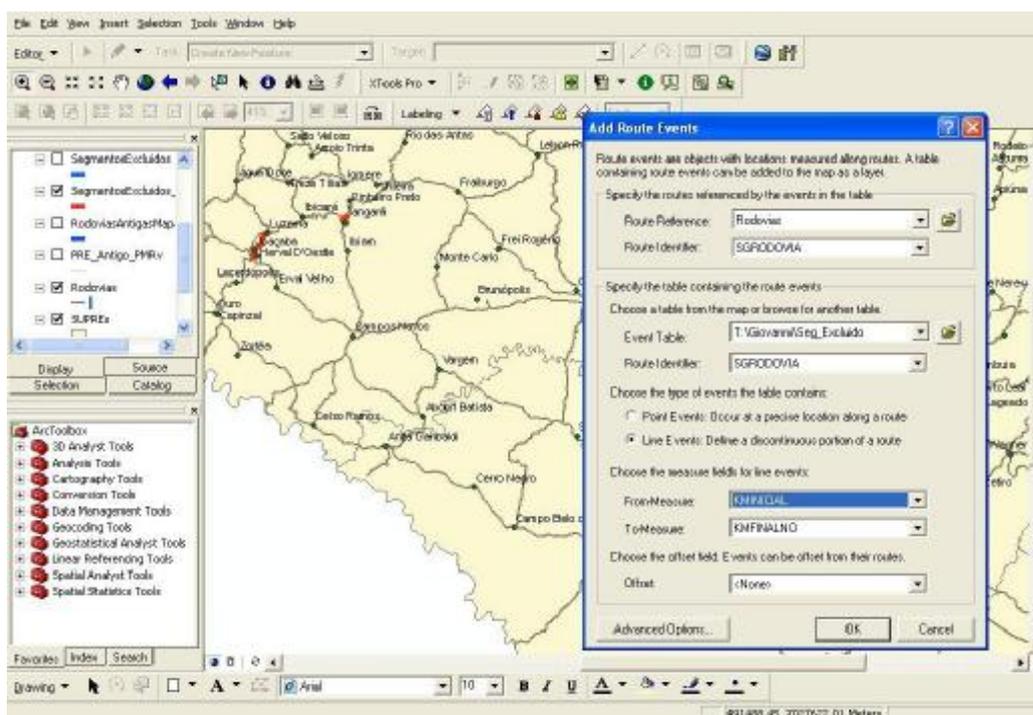


Figura 97 - Geração de *route events* no ArcMap

2 ATIVIDADES EXECUTADAS

Os dados das trilhas levantados durante o georreferenciamento das rodovias realizados pelo DEINFRA em 2003, foram salvos em um arquivo no formato *shapefile* no qual a dimensão “m”, correspondente à quilometragem, foi habilitada. Um trabalho de edição foi feita no referido arquivo, sendo feitas as correções topológicas necessárias e criada na tabela de dados o atributo SGRODOVIA, para a devida identificação de cada um dos segmentos.

Concomitantemente à este levantamento, também foi executado o georreferenciamento dos principais pontos de passagem. Um segundo arquivo vetorial, agora de pontos, foi criado com base nos dados coletadas em campo, em cuja lista de atributos consta a identificação de cada um destes pontos cadastrados, utilizando-se para tal uma função do ArcGIS para geração de eventos a partir de uma lista com coordenadas e respectivos atributos.

Como o referenciamento da malha rodoviária executado em 1995 não é georreferenciado, foi necessário identificar os pontos em comum entre este levantamento e o levantamento executado em 2003 – este com coordenadas geográficas. Foi necessário identificar os pontos em comum, conforme exemplo esquemático apresentado na Figura 98, para a geração do referenciamento linear do arquivo vetorial de rodovias:

Planilha do Georreferenciamento (2003)				Planilha do RMR (1995)	
Comentário	Altitude (m)	Longitude	Latitude	P.R.	Descrição
INÍCIO DA RODOVIA INTERSEÇÃO COM A BR-280 (PR)	1026	-52° 13' 18,3"	-26° 27' 52,7"	0+000	Eixo BR - 280
ACESSO A FAZENDAS LE	858	-52° 17' 29,0"	-26° 32' 16,9"	4+000	Sendo restaurado
INÍCIO DO PERÍMETRO URBANO DE ABELARDO LUZ	789	-52° 19' 04,6"	-26° 33' 14,6"	11+678	Estrada municipal LE
POSTO DE FISCALIZAÇÃO LD E LE	789	-52° 19' 04,6"	-26° 33' 14,6"	14+902	Posto de fiscalização LE
ACESSO AO HOTEL QUEDAS LD	777	-52° 19' 14,8"	-26° 33' 16,7"	15+195	Acesso cabanas Quedas Chapecó LD
ACESSO LD	750	-52° 19' 42,6"	-26° 33' 20,0"	16+025	Início ponte sobre o Rio Chapecó
INÍCIO DA PONTE SOBRE O RIO CHAPECÓ	747	-52° 19' 44,6"	-26° 33' 20,2"	16+165	Final ponte sobre o Rio Chapecó
FINAL DA PONTE SOBRE O RIO CHAPECÓ	747	-52° 19' 49,5"	-26° 33' 20,4"	16+771	Posto de gasolina LE
POSTO BR LE	773	-52° 19' 58,8"	-26° 33' 35,5"	17+508	Polícia Militar Q.G
COOPERATIVA COAMO LD	771	-52° 19' 59,1"	-26° 33' 37,9"	17+932	Sementes Olivepor
RUA SÃO ROQUE LD	762	-52° 19' 60,0"	-26° 33' 45,4"	18+610	Acesso a Abelardo Luz LE
AVENIDA PADRE J. SMEDT LE	764	-52° 20' 00,4"	-26° 33' 48,5"	21+949	Rua LD
POLÍCIA MILITAR LD	780	-52° 20' 01,7"	-26° 33' 59,4"	22+000	Igreja LD
RUA LE	783	-52° 20' 02,2"	-26° 34' 03,0"	22+051	Escola LD
RUA PROFESSOR JOSÉ DE ANDRADE LE	784	-52° 20' 02,7"	-26° 34' 07,1"	22+589	Nó acesso Ipuauçu LD
ACESSO A PERDIGÃO LD	791	-52° 20' 03,4"	-26° 34' 15,6"		
RUA ROMILDO MENEGATTI LE	797	-52° 20' 02,9"	-26° 34' 21,9"		
AVENIDA GETÚLIO VARGAS LE	795	-52° 20' 02,0"	-26° 34' 32,6"		
ACESSO LD	796	-52° 20' 02,0"	-26° 34' 33,9"		
FINAL DO PERÍMETRO URBANO DE ABELARDO LUZ	798	-52° 20' 01,9"	-26° 34' 35,2"		
POSTO BR LE	802	-52° 20' 04,3"	-26° 34' 46,5"		
ACESSO A IPUAÇU LD RODOVIA SC-487 (km 000 + 000)	761	-52° 20' 53,6"	-26° 36' 33,2"		

Figura 98 - Identificação dos principais pontos de passagem nas rodovias

A partir de tal identificação, fez-se a edição do arquivo vetorial de rodovias para a criação do referenciamento linear no ArcGIS, utilizando-se a ferramenta “*Locate Feature Events*” do módulo ArcCatalog, informando ao software o quilômetro de início e fim de cada

feature que se encarrega de distribuir a extensão correspondente ao longo do mesmo, atribuindo um valor de quilometragem à dimensão “m” de cada vértice conforme exemplificado na Figura 99.

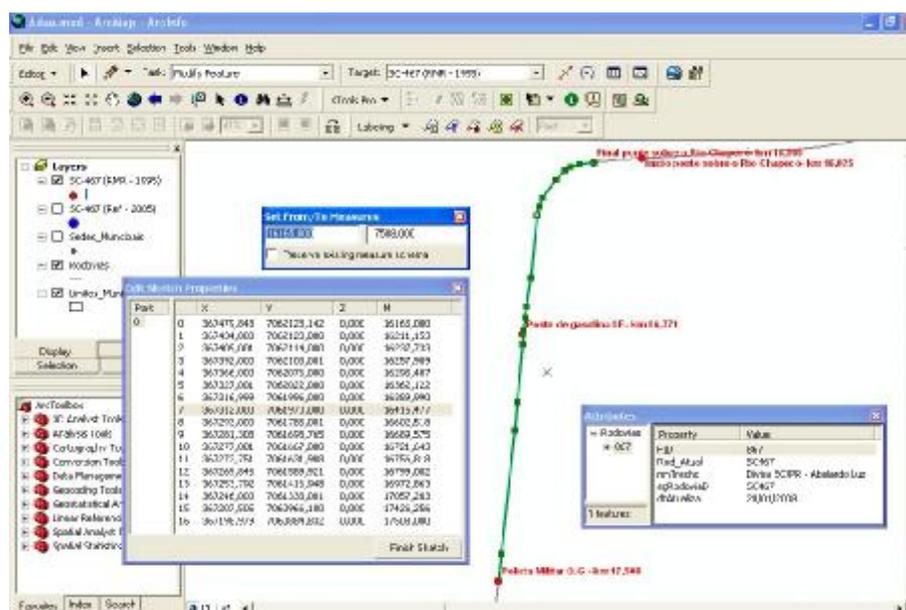


Figura 99 - Geração do referenciamento linear do arquivo vetorial de rodovias

A construção do referenciamento linear poderia ter sido feita somente a partir da identificação dos pontos de cruzamento ou extremos das *features* do arquivo de rodovias – início e fim de cada trecho, o que certamente, pouparia muitas horas de edição. Entretanto, optou-se por identificar o maior número de pontos em comum para minimizar o erro devido:

a) Imprecisão das coordenadas coletadas (utilizou-se para o georreferenciamento das rodovias um GPS de navegação comum, com precisão de até 15,0 metros);

b) A versão do software TrackMaker utilizada para exportar os dados do levantamento de campo para o formato *shapefile* (nativo do ArcGIS), gera arquivos com somente as dimensões X e Y e, portanto, há um erro na geração do referenciamento por desconsiderar a componente tridimensional.

Fazendo-se uso de um editor de dados SQL, foram extraídas da base de dados Oracle corporativa do DEINFRA, na forma de planilhas eletrônicas, informações de boletins de acidentes de trânsito cadastradas pela PMRv no sistema ACT, entre os anos de 2002 a 2005. Dentre as várias informações cadastradas, estão rodovia e quilometragem das ocorrências, segundo o referenciamento da malha rodoviária do Deinfra.

Não há dados de coordenadas geográficas do local das ocorrências. Para permitir a realização das consultas e análises a respeito de acidentes de trânsito, torna-se necessária a espacialização das ocorrências, ou seja, transformar as informações tabulares em arquivos vetoriais que possam ser visualizados em mapas e a partir dos quais seja possível a realização de consultas e operações espaciais. Fez-se, então, novamente a utilização dos recursos avançados de segmentação dinâmica do ArcGIS.

As planilhas com informações dos acidentes foram editadas e trabalhadas de maneira tal que pudessem ser utilizadas para a geração, sobre o arquivo vetorial de rodovias, de *route events*” no módulo ArcMap, de cuja operação foi possível a geração de *shapefiles*, contemplando a espacialização das ocorrências bem como os respectivos atributos, a partir dos quais se deu o desenvolvimento do presente estudo.

ANEXO B – BOLETIM DE OCORRÊNCIA DO ACIDENTE DE TRÂNSITO



ESTADO DE SANTA CATARINA
SECRETARIA DE ESTADO DA INFRA-ESTRUTURA
DEPARTAMENTO ESTADUAL DE INFRA-ESTRUTURA
POLÍCIA RODOVIÁRIA ESTADUAL

BOLETIM DE OCORRÊNCIA DO ACIDENTE DE TRÂNSITO

				Nº BOAT	GP P RV
ESPECIFICAÇÃO	ACIDENTE	COMUNICAÇÃO	ATENDIMENTO	ENCERRAMENTO	
DATA					
HORA					
RODOVIA	KM	MUNICÍPIO	UF	PONTO DE REFERENCIA	

TIPO DE ACIDENTE

ATROPELAMENTO		
<input type="checkbox"/> Pedestre	<input type="checkbox"/> Animais	
ABALROAMENTO		
<input type="checkbox"/> Longitudinal Mesmo Sentido	<input type="checkbox"/> Transversal	
<input type="checkbox"/> Longitudinal Sentido Oposto	<input type="checkbox"/> Transversal Frontal	
COLISÃO		
<input type="checkbox"/> Frontal	<input type="checkbox"/> Traseira	<input type="checkbox"/> Engavetamento
CHOQUE		
<input type="checkbox"/> Poste	<input type="checkbox"/> Árvore	<input type="checkbox"/> Muro <input type="checkbox"/> Casa
<input type="checkbox"/> Barranco	<input type="checkbox"/> Defesa	<input type="checkbox"/> Outros
SAÍDA DE PISTA		
<input type="checkbox"/> Simples	<input type="checkbox"/> Seguida de capotamento	<input type="checkbox"/> Seguida de Choque
<input type="checkbox"/> Seguida de tombamento	<input type="checkbox"/> Outros	
<input type="checkbox"/> Capotamento	<input type="checkbox"/> Tombamento	<input type="checkbox"/> Outros Tipos de Acidentes:...

CONDIÇÕES DA PISTA

ESTADO			
<input type="checkbox"/> Seco	<input type="checkbox"/> Molhado	<input type="checkbox"/> Enlameado	<input type="checkbox"/> Oleoso
<input type="checkbox"/> Danificado	<input type="checkbox"/> Em Obras	<input type="checkbox"/> Outros	

CONDIÇÕES GERAIS

PAVIMENTO			
<input type="checkbox"/> Concreto	<input type="checkbox"/> Asfalto	<input type="checkbox"/> Paralelepipedo	
<input type="checkbox"/> Outros.....:			
CONDIÇÕES TÉCNICAS			
<input type="checkbox"/> Curva Aberta	<input type="checkbox"/> Ponte	<input type="checkbox"/> Viaduto	
<input type="checkbox"/> Curva Fechada	<input type="checkbox"/> Tangente	<input type="checkbox"/> Via Estreita	
PERFIL DO TRECHO			
<input type="checkbox"/> Depressão	<input type="checkbox"/> Lombada	<input type="checkbox"/> Nível	<input type="checkbox"/> Rampa
PISTA			
<input type="checkbox"/> Dupla	<input type="checkbox"/> Simples	<input type="checkbox"/> Outra Pista.:	
INTERSEÇÕES			
<input type="checkbox"/> Cruzamento	<input type="checkbox"/> entroncamento		

LOCAL

Largura da Pista	Nº de Faixas de rolamento	Pista separada por	Tipo local
LUMINOSIDADE			
<input type="checkbox"/> Crepusculo	<input type="checkbox"/> Dia	<input type="checkbox"/> Noite(via iluminada)	<input type="checkbox"/> Noite (Via S/Iluminação)
<input type="checkbox"/> Luar	<input type="checkbox"/> Outra:.....		
TEMPO			
<input type="checkbox"/> Bom	<input type="checkbox"/> Chuva	<input type="checkbox"/> Neblina	
<input type="checkbox"/> Neve	<input type="checkbox"/> Outros.....		
SINALIZAÇÃO HORIZONTAL		SINALIZAÇÃO VERTICAL	
<input type="checkbox"/> Marcas e faixas visíveis	<input type="checkbox"/> Placas visíveis	<input type="checkbox"/> SEMÁFORO	
<input type="checkbox"/> Marcas e faixas não visíveis	<input type="checkbox"/> Placas não Visíveis	<input type="checkbox"/> Com defeito	
<input type="checkbox"/> Inexistente	<input type="checkbox"/> Inexistente	<input type="checkbox"/> Desligado (alerta)	
		<input type="checkbox"/> Funcionando	

DOS VEÍCULOS E DOS CONDUTORES

	ESPECIFICAÇÕES	VEÍCULOS					
		1		2		3	
VEÍCULOS	PLACA						
	RENAVAN						
	ESPECIE/TIPO						
	MARCA/MODELO						
	COR PREDOMINANTE						
	ANO FABRICAÇÃO						
	Nº DPVAT						
	OUTRO SEGURO APOL.Nº						
	NOME SEGURADORA						
	CATEGORIA						
	MUNICÍPIO VEÍCULO/UF						
	PAIS						
MOTIVO VIAGEM							
PROPRIETÁRIOS	PROPRIETÁRIO						
	CPF/CNPJ						
	ENDEREÇO						
	BAIRRO						
	MUNICÍPIO / UF						
	CEP						
	TELEFONE						
	NACIONALIDADE						
CONDUTORES	CONDUTOR						
	NACIONALIDADE						
	RG/UF						
	ENDEREÇO						
	BAIRRO						
	MUNICÍPIO / UF						
	CEP						
	TELEFONE						
	CPF						
	IDADE						
	SEXO						
ESTADO CIVIL							
HABILITAÇÃO	RENACH						
	CATEGORIA						
	U F DA EXPEDIÇÃO						
	DATA 1ª HABILITAÇÃO						
DANOS	VALIDADE CNH						
	DANOS ESTIMADOS	<input type="checkbox"/> Pequena	<input type="checkbox"/> Média	<input type="checkbox"/> Grande	<input type="checkbox"/> Pequena	<input type="checkbox"/> Média	<input type="checkbox"/> Grande
EMBR.	PONTO DE IMPACTO						
	REAL EXAME ALCOOL.	<input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não	<input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não	<input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não
	TEOR ALCOOLICO	Dg	AETA Nº	Dg	AETA Nº	Dg	AETA Nº
	BAFOMETRO Nº						
OUT.	ENCAMINHADO A DP	<input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não	<input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não	<input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não
	USO CINTO/CAPACETE						
	Nº OCUPANTES						

	ESPECIFICAÇÕES	VEÍCULOS						
		1		2		3		
MEDIDAS TOMADAS	CONDUTOR NOTIFICAD.	Sim	Não	Sim	Não	Sim	Não	
	RECOLHIDA CNH/P.D.	Sim	Não	Sim	Não	Sim	Não	
	RECOLHIDO CLA	Sim	Não	Sim	Não	Sim	Não	
	EFETUADO GUINCHAM.	Sim	Não	Sim	Não	Sim	Não	
	QUEM EFETUOU GUINCHAM.	PRE			PRE		PRE	
		SEGURADORA			SEGURADORA		SEGURADORA	
		OUTRAS			OUTRAS		OUTRAS	
	NOME EMPRESA DE GUINCHO							
	FONE GUINCHO							
	AUTO INFRAÇÃO Nº							
AUTO RETIRADA Nº								
CARGA	TIPO DE CARGA							
	PESO EM KG							
	DANOS	PARC.		TOTAL	PARC.		TOTAL	
		PERIG		INDIVIS.	PERIG		INDIVIS.	
	NATUREZA DA CARGA	PEREC		OUTROS	PEREC		OUTROS	
	Nº ONU							
POSSUI TACOGRAFO?	Sim	Não	Sim	Não	Sim	Não		
DECLARAÇÃO DOS CONDUTORES	LOCAL (DECLARAÇÃO)							
	DATA/HORA							

PROPRIEDADES ATINGIDAS

DE INFRA		TERCEIROS																																		
<input type="checkbox"/>	PLACAS	<input type="checkbox"/>	DEFENSAS	PROPRIETÁRIO																																
<input type="checkbox"/>	BUEIRO	<input type="checkbox"/>	MEIO FIO																																	
<input type="checkbox"/>	GUARDA CORPO	<input type="checkbox"/>	CONTR. ELETR.	LOCALIZAÇÃO																																
<input type="checkbox"/>	OUTROS:	<input type="checkbox"/>	VELOCID.																																	
DESCRIÇÃO DOS DANOS:																																				
CROQUI																																				
<p>CONVENÇÕES</p> <table border="0"> <tr> <td></td> <td>Automovel</td> <td></td> <td>Veículo de 2 rodas</td> <td></td> <td>Patinação ou Derrapagem</td> <td></td> <td>Animal</td> </tr> <tr> <td></td> <td>ônibus ou Caminhão</td> <td></td> <td>Marcha à frente</td> <td></td> <td>Capotagem</td> <td></td> <td>Local do acidente P. I.</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td>Marcha à ré</td> <td></td> <td>Pedestre</td> <td></td> <td>Objeto Fixo</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>Antes de Acidente</td> <td></td> <td>Após o acidente</td> </tr> </table>						Automovel		Veículo de 2 rodas		Patinação ou Derrapagem		Animal		ônibus ou Caminhão		Marcha à frente		Capotagem		Local do acidente P. I.				Marcha à ré		Pedestre		Objeto Fixo						Antes de Acidente		Após o acidente
	Automovel		Veículo de 2 rodas		Patinação ou Derrapagem		Animal																													
	ônibus ou Caminhão		Marcha à frente		Capotagem		Local do acidente P. I.																													
			Marcha à ré		Pedestre		Objeto Fixo																													
					Antes de Acidente		Após o acidente																													
TIRADOS FOTOGRAFIA DO LOCAL?		<input type="checkbox"/>	Sim	<input type="checkbox"/>	Não	POR QUEM?																														
POLÍCIA TÉCNICA ESTE NO LOCAL		<input type="checkbox"/>	Sim	<input type="checkbox"/>	Não																															
INST. MÉDICO LEGAL ESTEVE NO LOCAL		<input type="checkbox"/>	Sim	<input type="checkbox"/>	Não																															
GUARNIÇÃO QUE ATENDEU A OCORRÊNCIA																																				
LOCAL E DATA				ASSINATURA																																

 ESTADO DE SANTA CATARINA SECRETARIA DE ESTADO DA INFRA-ESTRUTURA DEPARTAMENTO ESTADUAL DE INFRA-ESTRUTURA		RELAÇÃO COMPLEMENTAR DE VÍTIMAS DO BOLETIM DE OCORRÊNCIA DO ACIDENTE					BOAT N°	
		1ª Vítima	NOME					SEXO
IDADE	ESTADO CIVIL		NACIONALIDADE	PROFISSÃO				
ENDEREÇO			BAIRRO	MUNICÍPIO	UF	CEP		
CONDUZIDO PARA			NOME DO ESTABELECIMENTO		TRANSPORTE			
<input type="checkbox"/> PRONTO SOC. <input type="checkbox"/> HOSPITAL								
USAVA CINTO DE SEGURANÇA/CAPACETE			VÍTIMAS					
<input type="checkbox"/> SIM <input type="checkbox"/> NÃO <input type="checkbox"/> IGNOR.			<input type="checkbox"/> CONDUTOS <input type="checkbox"/> PASSAGEIRO		<input type="checkbox"/> PEDESTRE <input type="checkbox"/> INGOR. <input type="checkbox"/> BOIA FRIA			
VÍTIMA DO VEÍCULO								
SITUAÇÃO NO LOCAL			<input type="checkbox"/> FERIDO <input type="checkbox"/> MORTO					
FERIMENTOS			<input type="checkbox"/> LEVE <input type="checkbox"/> MÉDIO <input type="checkbox"/> GRAVE		<input type="checkbox"/> GENERALIZADO <input type="checkbox"/> IGNOR.			
DESC. DOS FERIMENTOS:								
DADOS FORNECIDOS POR:								
2ª Vítima	NOME					SEXO		<input type="checkbox"/> M <input type="checkbox"/> F <input type="checkbox"/> IGNOR.
	IDADE	ESTADO CIVIL	NACIONALIDADE	PROFISSÃO				
	ENDEREÇO		BAIRRO	MUNICÍPIO	UF	CEP		
	CONDUZIDO PARA		NOME DO ESTABELECIMENTO		TRANSPORTE			
	<input type="checkbox"/> PRONTO SOC. <input type="checkbox"/> HOSPITAL							
	USAVA CINTO DE SEGURANÇA/CAPACETE		VÍTIMAS					
	<input type="checkbox"/> SIM <input type="checkbox"/> NÃO <input type="checkbox"/> IGNOR.		<input type="checkbox"/> CONDUTOS <input type="checkbox"/> PASSAGEIRO		<input type="checkbox"/> PEDESTRE <input type="checkbox"/> INGOR. <input type="checkbox"/> BOIA FRIA			
	VÍTIMA DO VEÍCULO							
	SITUAÇÃO NO LOCAL		<input type="checkbox"/> FERIDO <input type="checkbox"/> MORTO					
	FERIMENTOS		<input type="checkbox"/> LEVE <input type="checkbox"/> MÉDIO <input type="checkbox"/> GRAVE		<input type="checkbox"/> GENERALIZADO <input type="checkbox"/> IGNOR.			
DESC. DOS FERIMENTOS:								
DADOS FORNECIDOS POR:								
3ª Vítima	NOME					SEXO		<input type="checkbox"/> M <input type="checkbox"/> F <input type="checkbox"/> IGNOR.
	IDADE	ESTADO CIVIL	NACIONALIDADE	PROFISSÃO				
	ENDEREÇO		BAIRRO	MUNICÍPIO	UF	CEP		
	CONDUZIDO PARA		NOME DO ESTABELECIMENTO		TRANSPORTE			
	<input type="checkbox"/> PRONTO SOC. <input type="checkbox"/> HOSPITAL							
	USAVA CINTO DE SEGURANÇA/CAPACETE		VÍTIMAS					
	<input type="checkbox"/> SIM <input type="checkbox"/> NÃO <input type="checkbox"/> IGNOR.		<input type="checkbox"/> CONDUTOS <input type="checkbox"/> PASSAGEIRO		<input type="checkbox"/> PEDESTRE <input type="checkbox"/> INGOR. <input type="checkbox"/> BOIA FRIA			
	VÍTIMA DO VEÍCULO							
	SITUAÇÃO NO LOCAL		<input type="checkbox"/> FERIDO <input type="checkbox"/> MORTO					
	FERIMENTOS		<input type="checkbox"/> LEVE <input type="checkbox"/> MÉDIO <input type="checkbox"/> GRAVE		<input type="checkbox"/> GENERALIZADO <input type="checkbox"/> IGNOR.			
DESC. DOS FERIMENTOS:								
DADOS FORNECIDOS POR:								
4ª Vítima	NOME					SEXO		<input type="checkbox"/> M <input type="checkbox"/> F <input type="checkbox"/> IGNOR.
	IDADE	ESTADO CIVIL	NACIONALIDADE	PROFISSÃO				
	ENDEREÇO		BAIRRO	MUNICÍPIO	UF	CEP		
	CONDUZIDO PARA		NOME DO ESTABELECIMENTO		TRANSPORTE			
	<input type="checkbox"/> PRONTO SOC. <input type="checkbox"/> HOSPITAL							
	USAVA CINTO DE SEGURANÇA/CAPACETE		VÍTIMAS					
	<input type="checkbox"/> SIM <input type="checkbox"/> NÃO <input type="checkbox"/> IGNOR.		<input type="checkbox"/> CONDUTOS <input type="checkbox"/> PASSAGEIRO		<input type="checkbox"/> PEDESTRE <input type="checkbox"/> INGOR. <input type="checkbox"/> BOIA FRIA			
	VÍTIMA DO VEÍCULO							
	SITUAÇÃO NO LOCAL		<input type="checkbox"/> FERIDO <input type="checkbox"/> MORTO					
	FERIMENTOS		<input type="checkbox"/> LEVE <input type="checkbox"/> MÉDIO <input type="checkbox"/> GRAVE		<input type="checkbox"/> GENERALIZADO <input type="checkbox"/> IGNOR.			
DESC. DOS FERIMENTOS:								
DADOS FORNECIDOS POR:								



ESTADO DE SANTA CATARINA
SECRETARIA DE ESTADO DA INFRA-ESTRUTURA
DEPARTAMENTO ESTADUAL DE INFRA-ESTRUTURA

RELAÇÃO COMPLEMENTAR DE TESTEMUNHA
DO BOLETIM DE OCORRÊNCIA DO ACIDENTE

1ª Testemunha	NOME					BOAT Nº
	PROFISSÃO					
	IDADE	RG Nº	ENDEREÇO			BAIRRO
	MUNICÍPIO		UF	CEP	FONE RESID/COMERCIAL	
	ONDE SE ENCONTRAVA NA OCASIÃO DO EVENTO E O QUE FAZIA.					
	LOCAL DA DECLARAÇÃO				DATA/HORA	
2ª Testemunha	NOME					PROFISSÃO
	PROFISSÃO					
	IDADE	RG Nº	ENDEREÇO			BAIRRO
	MUNICÍPIO		UF	CEP	FONE RESID/COMERCIAL	
	ONDE SE ENCONTRAVA NA OCASIÃO DO EVENTO E O QUE FAZIA.					
	LOCAL DA DECLARAÇÃO				DATA/HORA	